

Energías renovables en África Occidental

ESTADO, EXPERIENCIAS Y TENDENCIAS



Elaborado por:



Regional Centre for Renewable Energy and Energy Efficiency
Centre Régional pour les Énergies Renouvelables et l'Efficacité Énergétique
Centro Regional para Energías Renovables e Eficiencia Energética



Energías renovables en África Occidental

ESTADO, EXPERIENCIAS Y TENDENCIAS



Regional Centre for Renewable Energy and Energy Efficiency
Centre Régional pour les Énergies Renouvelables et l'Efficacité Énergétique
Centre Régional pour Énergies Renouvelables et Efficacité Énergétique
www.rcreee.org

itc INSTITUTO TECNOLÓGICO
DE CANARIAS


CASA AFRICA

Elaborado por:



Regional Centre for Renewable Energy and Energy Efficiency
Centre Régional pour les Énergies Renouvelables et l'Efficacité Énergétique
Centre Régional pour Énergies Renouvelables e Eficácia Energética
www.ecreee.org



ITC INSTITUT TECNOLÒGIC DE CANÀRIES



CASA ÁFRICA

Con financiación de:



COORDINACIÓN: DAVID VILAR FERRENBACH

EDICIÓN TÉCNICA Y REVISIÓN: DAVID VILAR FERRENBACH, NAZIHA MAHMUD HAGE ALI, YURENA OJEDA RODRÍGUEZ, PENÉLOPE RAMÍREZ GONZÁLEZ, TOMÁS CAMBRELENG LUNDAGER, DUNIA MENTADO RODRÍGUEZ E ICO SÁNCHEZ-PINTO GONZÁLEZ

EDITA:

ECOWAS CENTRE FOR RENEWABLE ENERGY AND ENERGY EFFICIENCY (ECREEE)

DEPARTAMENTO DE ENERGÍAS RENOVABLES, INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CANARIAS (ITC)

ÁREA DE ECONOMÍA Y EMPRESA, CASA ÁFRICA

ESTE LIBRO DEBE CITARSE COMO: "VILAR (ED.) (2012). "ENERGÍAS RENOVABLES EN ÁFRICA OCCIDENTAL: ESTADO, EXPERIENCIAS Y TENDENCIAS"

EQUIPO DE TRADUCCIÓN: AGNÈS LOUART (COORDINADORA), JORGE BARRIUSO, IAN THORPE, Mª JESÚS DÍAZ LÓPEZ DE VERGARA, EULOGIO BARRIO, LUISA PENA MONTERO, EVA MIRIAM SAMPAIO DE ANDRADE, MARIA TERESA AMARAL, LAURA SANCHEZ ANDRÉS, MARIA MAGDALENA FERNÁNDEZ PÉREZ

© AUTORES, 2012

© CASA ÁFRICA, 2012

ENERGÍAS RENOVABLES EN ÁFRICA OCCIDENTAL: ESTADO, EXPERIENCIAS Y TENDENCIAS

NIPO: 502-12-028-2

ISBN: 978-84-8198-1

DEPÓSITO LEGAL: M-4.840-2013

ESTE LIBRO HA SIDO EDITADO PARA SER DISTRIBUIDO. LA INTENCIÓN DE LOS EDITORES ES QUE SEA UTILIZADO LO MÁS AMPLIAMENTE POSIBLE, QUE SEAN ADQUIRIDOS ORIGINALES PARA PERMITIR LA EDICIÓN DE OTROS NUEVOS Y QUE, DE REPRODUCIR PARTES, SE HAGA CONSTAR EL TÍTULO Y LA AUTORÍA.

LA PRESENTE PUBLICACIÓN HA SIDO ELABORADA CON LA FINANCIACIÓN DE LA UNIÓN EUROPEA. SU CONTENIDO ES RESPONSABILIDAD EXCLUSIVA DE LOS AUTORES Y EN NINGÚN CASO DEBE CONSIDERARSE QUE REFLEJA LOS PUNTOS DE VISTA DE LA UNIÓN EUROPEA O DE LOS SOCIOS DEL PROYECTO (OIM Y FIIAPP).

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS 9

PRÓLOGOS E INTRODUCCIÓN 11

LA CEDEAO ESTÁ SENTANDO LAS BASES PARA LAS ENERGÍAS
RENOVABLES EN EL SECTOR ELÉCTRICO

Mahama Kappiah 13

ESPAÑA Y EL ECREEE: LA APUESTA POR LAS ENERGÍAS
RENOVABLES Y LA EFICIENCIA ENERGÉTICA EN ÁFRICA
OCCIDENTAL

Juan López-Dóriga 16

ENERGÍAS RENOVABLES EN LA CEDEAO: ESTADO, EXPERIENCIAS
Y TENDENCIAS

Santiago Martínez-Caro 19

LA BÚSQUEDA DE SOLUCIONES LIMPIAS Y EFICIENTES PARA
UN DESARROLLO SOSTENIBLE DE LOS SECTORES DE LA ENERGÍA
Y EL AGUA EN LA CEDEAO

Gonzalo Piernavieja Izquierdo 21

MEJOR JUNTOS

Embajadora Brigitte Öppinger-Walchshofer 27

CONTRIBUCIÓN DE ONUDI A LA PROMOCIÓN DE LA ENERGÍA SOSTENIBLE EN ÁFRICA OCCIDENTAL

Pradeep Monga 29

INTRODUCCIÓN

David Vilar Ferrenbach 31

PRIMERA PARTE. PANORAMA GLOBAL Y MARCO REGULATORIO DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES 35

ENERGÍAS RENOVABLES: CONTEXTO INTERNACIONAL

Janet Sawin, Rana Adib y Kanika Chawla 37

ESCENARIOS DEL SECTOR ELÉCTRICO EN LA REGIÓN DE LA CEDEAO

Dolf Gielen, Asami Miketa y Bruno Merven 51

MARCO REGULATORIO E INCENTIVOS PARA LAS ENERGÍAS RENOVABLES

Sofía Martínez 65

POLÍTICA REGIONAL DE ENERGÍAS RENOVABLES EN LA CEDEAO

Hyacinth Elayo, Mahama Kappiah, David Vilar y Martin Lugmayr 81

INTEGRACIÓN DEL GÉNERO EN LAS POLÍTICAS DE ENERGÍAS RENOVABLES

Rose Mensah-Kutin 112

POLÍTICA Y MARCO REGLAMENTARIO PARA EL DESARROLLO DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES EN SENEGAL

Ismaila Lo 126

EL LUGAR QUE OCUPAN LAS ENERGÍAS RENOVABLES EN LAS CONCESIONES DE ELECTRIFICACIÓN RURAL EN SENEGAL

Cheikh Wade 139

**ENERGÍAS RENOVABLES: EXPERIENCIAS Y TENDENCIAS
DE DESARROLLO EN MAURITANIA**

A.K. Mahmoud, A. Mohamed Yahya y A. Maouloud 152

**EL APOYO DE LA COOPERACIÓN ESPAÑOLA A LAS ENERGÍAS
RENOVABLES EN ÁFRICA OCCIDENTAL**

Maite Martín Crespo y Sergio Colina Martín 163

**SEGUNDA PARTE. POTENCIAL Y TECNOLOGÍAS DE ENERGÍAS
RENOVABLES EN ÁFRICA OCCIDENTAL 171**

**PANORAMA GENERAL Y TENDENCIAS EN EL CAMPO DE LA ENERGÍA
FOTOVOLTAICA Y LA ENERGÍA SOLAR DE CONCENTRACIÓN**

José Herrero y Félix M. Téllez 173

**CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN SOLAR: PANORAMA GENERAL
Y TENDENCIAS**

Werner Weiss 187

MICRORREDES CON ENERGÍAS RENOVABLES

Daniel Henríquez Álamo 198

POTENCIAL BIOENERGÉTICO EN ÁFRICA OCCIDENTAL

Bah F. M. Saho 210

**POTENCIAL DE LA ENERGÍA HIDROELÉCTRICA A PEQUEÑA ESCALA
Y PERSPECTIVAS EN LA REGIÓN DE LA CEDEAO**

Mahama Kappiah y Martin Lugmayr 216

**EL PROGRAMA HIDROELÉCTRICO A PEQUEÑA ESCALA (SSHP)
DE LA COMUNIDAD ECONÓMICA DE LOS ESTADOS DE ÁFRICA
DEL OESTE —CEDEAO— (2013-2018)**

Mahama Kappiah y Martin Lugmayr 239

**CASO EN DETALLE: PROYECTO EÓLICO DE SANTO ANTÃO. PRIMER
PRODUCTOR INDEPENDIENTE DE ENERGÍA (PIE) EN CABO VERDE**

Daniel Graça 245

CASO EN DETALLE: EL PROYECTO CABEÓLICA (CABO VERDE)

Ana Monteiro 255

**CASO EN DETALLE: PARQUE EÓLICO DE LA REGIÓN
DE SAN LUIS (SENEGAL)**

Mouhamadou Lamine Ndiaye 265

**CASO EN DETALLE: MICRORREDES FOTOVOLTAICAS EN SENEGAL
Y EL PROYECTO MACSEN-PV**

Mónica Alonso López 280

**TERCERA PARTE. MERCADOS, NEGOCIOS Y MECANISMOS
DE FINANCIACIÓN DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES 293**

**MERCADO DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES
PARA LA ELECTRIFICACIÓN RURAL**

Simon Rolland 295

**LA FINANCIACIÓN DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES EN LA CEDEAO:
SITUACIÓN ACTUAL Y RETOS PARA EL FUTURO**

Punjanit Leagnavar 307

**POSIBILIDADES DE FINANCIACIÓN PARA LAS ENERGÍAS
RENOVABLES EN ÁFRICA**

Banco Africano de Desarrollo 315

**MODELOS DE NEGOCIO INCLUSIVOS: ¿UNA OPORTUNIDAD
DE ACELERAR EL ACCESO A LA ENERGÍA SOSTENIBLE PARA TODOS
EN ÁFRICA OCCIDENTAL?**

Willem Adrianus Bron 334

**INICIATIVAS PARA FOMENTAR LA INVERSIÓN EN ENERGÍAS
RENOVABLES DEL ECREEE: EREF Y LA EREI**

David Vilar, Martin Lugmayr, Aminata Fall y Mahama Kappiah 348

AGRADECIMIENTOS

El Centro para las Energías Renovables y la Eficiencia Energética de la CEDEAO (ECREEE), el Instituto Tecnológico de Canarias (ITC) y Casa África quieren dar las gracias a todas las personas e instituciones que han contribuido en la elaboración de los artículos, pues sin su contribución desinteresada no hubiera sido posible la elaboración de la presente publicación.

También queremos agradecer a los financiadores de la publicación, la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID), el proyecto RENOW (MAC/3/C182) a través del Programa de Cooperación Transnacional Madeira-Azores-Canarias 2007-2013 (PCT-MAC), y del Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER), por haber aceptado apoyar esta iniciativa.

PRÓLOGOS E INTRODUCCIÓN

PRÓLOGO

LA CEDEAO ESTÁ SENTANDO LAS BASES PARA LAS ENERGÍAS RENOVABLES EN EL SECTOR ELÉCTRICO

MAHAMA KAPPIAH

DIRECTOR EJECUTIVO DEL ECREEE

Mientras caminamos juntos hacia un futuro energético más limpio y sostenible, me complace presentar esta publicación conjunta *Energías renovables en África Occidental: Estado, experiencias y tendencias*, que ofrece una perspectiva general de la situación actual y las tendencias en materia de energías renovables en África Occidental, enmarcada en el contexto mundial. El libro pretende también contribuir a la iniciativa Energía Sostenible para Todos (SE4ALL) de las Naciones Unidas.

La región de la CEDEAO (Comunidad Económica de Estados de África Occidental) está dotada de un número importante de recursos de energías renovables y, a medida que las tecnologías de energías renovables se acercan a la paridad de red en determinadas circunstancias, la región de la CEDEAO se encuentra actualmente en el umbral de un nuevo suministro energético regional basado en el uso de tecnologías de energías renovables. Con el establecimiento del ECREEE (Centro para las Energías Renovables y la Eficiencia Energética de la CEDEAO), los Estados miembros de la CEDEAO han demostrado su determinación para mejorar el acceso a servicios energéticos modernos, fiables y asequibles, la seguridad energética y reducir las emisiones de gases con efecto invernadero y los impactos de cambio climático relacionados con la energía en sus sistemas energéticos. El ECREEE supone, pues, una respuesta regional necesaria a declaraciones

internacionales, iniciativas mundiales sobre cambio climático y a las necesidades específicas de los Estados miembros de la CEDEAO, tal y como se establece en las políticas nacionales y regionales.

Desde su creación en julio de 2010, el ECREEE ha alcanzado el reconocimiento internacional como única agencia regional de promoción de las energías renovables y la eficiencia energética en África Subsahariana. El centro sirve como catalizador para el aumento del acceso a la energía y la creación de un marco de condiciones favorable a los mercados de energías renovables y eficiencia energética, mediante el apoyo a actividades dirigidas a mitigar las barreras existentes. Estas actividades abarcan distintas áreas: elaboración de políticas, desarrollo de capacidades, evaluación de recursos, gestión de conocimiento y promoción de la inversión.

Un logro notable fue la adopción, por los ministros de Energía de la CEDEAO, de la política regional de energías renovables y eficiencia energética en octubre de 2012. Esta política regional servirá para guiar los esfuerzos de la región en utilizar tecnologías y recursos de energías renovables, especialmente, en el esfuerzo por alcanzar acceso universal a la energía. También significa que la región de la CEDEAO está en camino de convertirse en la segunda organización regional, tras la Unión Europea, que adopta políticas regionales de energías verdes. Los objetivos incluidos en dichas políticas históricas son asequibles, factibles y están en concordancia total con los resultados de la Evaluación Global de Energía y la iniciativa Energía Sostenible para Todos, presentada en Río+20 por el secretario general de la ONU.

Otros resultados importantes incluyen, entre otros, la aprobación de 41 proyectos con un volumen total de 2 M€ a través de la primera convocatoria de ECOWAS Renewable Energy Facility (Fondo de Energías Renovables de la CEDEAO) —EREF—; el establecimiento del ECOWAS Observatory for Renewable Energy and Energy Efficiency (Observatorio para las Energías Renovables y la Eficiencia Energética de la CEDEAO) —ECOWREX—, que ofrece información pormenorizada sobre oportunidades de inversión para los sectores público y privado; el arranque de la ECOWAS Renewable Energy Investment Initiative (Iniciativa para Energías

Renovables de la CEDEAO) —EREI—, que apoya el desarrollo de una lista de proyectos en preparación de energías renovables de mediana y gran escala, y el Programa de Desarrollo de la Capacidad en Energías Renovables de la CEDEAO.

Esta publicación, editada conjuntamente por el ECREEE, Instituto Tecnológico de Canarias (ITC) y Casa África, es un buen ejemplo de colaboración internacional e institucional para ofrecer información relevante sobre la situación de las energías renovables en la región de África Occidental. En este libro hemos intentado captar y presentar las tendencias actuales en el sector de las energías renovables de la región, al tiempo que nos esforzábamos por enmarcar el debate en el más amplio contexto mundial e internacional. Esperamos que la publicación ayude al lector a aumentar sus conocimientos y comprensión del marco normativo que rige, a nivel regional y nacional, el estado de las tecnologías, los proyectos ya implementados y las futuras tendencias en materia de energías renovables, y cómo puede movilizarse de modo efectivo la financiación necesaria para el desarrollo de infraestructuras de energías renovables. En última instancia, esperamos que este libro facilite aún más el proceso en curso de aumento del acceso a servicios energéticos sostenibles para alcanzar las aspiraciones de desarrollo de la región de la CEDEAO.

Aprovecho la oportunidad para expresar mi sincero agradecimiento a nuestros socios estratégicos, los gobiernos de Austria (ADA, Austrian Development Agency), España (AECID, Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo) y Agencia de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI) así como la Unión Europea (UE), la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID) y otros socios de cooperación internacional, por su continuo apoyo y colaboración.

Espero que esta publicación sea útil, informativa y que estimule el interés por la región de la CEDEAO.

Gracias.

PRÓLOGO

ESPAÑA Y EL ECREEE: LA APUESTA POR LAS ENERGÍAS RENOVABLES Y LA EFICIENCIA ENERGÉTICA EN ÁFRICA OCCIDENTAL

JUAN LÓPEZ-DÓRIGA

**DIRECTOR DE LA AGENCIA ESPAÑOLA DE COOPERACIÓN
INTERNACIONAL PARA EL DESARROLLO (AECID)**

España mantiene, desde hace años, una relación privilegiada con la Comunidad Económica de Estados de África Occidental. Para España, África Occidental ha sido, y seguirá siendo, una región prioritaria, tanto a nivel bilateral como desde una perspectiva regional.

En ese contexto, las energías renovables son una pieza clave para el establecimiento de un modelo eficaz, equitativo y sostenible de desarrollo energético en la región. Para abordar este reto decisivo, sin duda la puesta en marcha y consolidación del Centro de Energías Renovables y Eficiencia Energética de la CEDEAO ha desempeñado un papel fundamental. El principal objetivo de este Centro es, desde una perspectiva regional, dar respuesta a las necesidades de los 15 Estados miembros de la CEDEAO en materia de desarrollo e implementación de energías renovables y eficiencia energética, así como adecuarse a las decisiones políticas internacionales en materia de energía y cambio climático. Este mandato ha sido reforzado recientemente por su nombramiento como punto focal de la iniciativa global Sustainable Energy for All (SE4All) para África Occidental, lo que supone un reconocimiento al más alto nivel de todo el trabajo realizado hasta el momento.

España, principal socio técnico y financiero del Centro y miembro de su Junta Ejecutiva, ha acompañado activamente la

trayectoria del ECREEE prácticamente desde sus primeros pasos. Por ello, confía plenamente en que su papel durante los próximos años será absolutamente crucial para la inclusión de las energías renovables y de la eficiencia energética en el corazón de las agendas nacionales de los Estados miembros de la CEDEAO y de la agenda internacional de desarrollo para la región.

Así pues, es para la AECID una enorme satisfacción el hecho de que la implicación y el apoyo de la Cooperación Española hayan resultado decisivos para la constitución, puesta en marcha y posterior fortalecimiento del ECREEE. España es el mayor donante del Centro, con una contribución a su presupuesto de 7 M€ para el periodo 2010-2014. Este compromiso de España con el Centro se debe a la convergencia de diversas prioridades que resultan fundamentales para la Cooperación Española: el apoyo a un desarrollo sostenido y sostenible en África Subsahariana, con especial énfasis en la región occidental; y la convicción de que dicho desarrollo debe ser liderado por los africanos y sus instituciones, fortalecida por el reconocimiento de la relevancia de las iniciativas de integración regional como motores de desarrollo y catalizadores del cambio.

Además, aunque el sector energético ha recibido un impulso considerable en los últimos años, la contribución de la Cooperación Española al sector de las energías renovables no se limita a las aportaciones financieras realizadas. España es reconocida como uno de los países líderes en el mundo en materia de energías renovables y, por lo tanto, se ha comprometido desde el inicio a facilitar conocimientos especializados, así como a promover el intercambio de información y de mejores prácticas en el ámbito de las energías renovables y la eficiencia energética, para lo cual pueden jugar un papel fundamental instituciones de excelencia y de reconocido prestigio como el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE), el Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT), el Centro Nacional de Energías Renovables (CENER), la Fundación Centro de Educación a Distancia para el Desarrollo Económico y Tecnológico (CEDDET), el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), así como nuestras mejores universidades.

En definitiva, la apuesta de la Cooperación Española en la región está sólidamente basada en el apoyo de España a un modelo de desarrollo energético donde las energías renovables y la eficiencia energética desempeñen un rol fundamental en la erradicación de la pobreza y la lucha contra los efectos adversos del cambio climático. Así, se facilita el acceso de la población a sistemas de energía modernos, fiables, limpios, eficientes y económicamente viables, que permitan alcanzar una seguridad energética que contribuya de forma decidida a un desarrollo social y económico sostenible y a la consecución de los Objetivos de Desarrollo del Milenio.

PRÓLOGO

ENERGÍAS RENOVABLES EN LA CEDEAO: ESTADO, EXPERIENCIAS Y TENDENCIAS

SANTIAGO MARTÍNEZ-CARO
DIRECTOR GENERAL DE CASA ÁFRICA

La publicación que aquí se presenta aún a varios de los elementos esenciales de la misión de Casa África como instrumento de la diplomacia pública y económica de España con el continente africano.

En primer lugar, la publicación es el resultado de una fructífera colaboración entre entidades públicas que, desde sus respectivos ámbitos, trabajan por objetivos coincidentes-similares. Para Casa África también es una satisfacción realizar un proyecto con dos instituciones amigas que a su vez son una referencia en sus respectivos campos de trabajo como son el Centro para las Energías Renovables y la Eficiencia Energética de la CEDEAO (ECREEE) y el Instituto Tecnológico de Canarias (ITC). Esta colaboración no habría sido posible sin el apoyo de la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID), la Organización de Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI) y la Agencia de Desarrollo Austriaca (ADA).

La región de África Occidental, protagonista de esta publicación temática, es vecina de España y prioritaria en su política exterior africana. Nuestro país mantiene una estrecha relación con la Comunidad Económica de los Estados de África del Oeste (CEDEAO), institución interregional de la que son miembros algunas de las potencias económicas emergentes del continente,

como Ghana o Nigeria. Además, en estos últimos años, la CEDEAO ha apostado con determinación por políticas regionales de desarrollo de energías limpias y eficiencia energética con la implicación incondicional de España a través de la AECID.

España, por su parte, ha sabido construir y consolidar una importante industria en torno a las energías renovables a nivel nacional e internacional. Este sector altamente especializado ya está exportando su tecnología e inversiones al continente vecino como lo demuestra, por ejemplo, la creciente presencia de empresas españolas en el sector en Sudáfrica, donde 1.000 MW de los 2.459 MW adjudicados hasta la fecha llevan sello español. Noticias como esta, indudablemente, ayudan a fortalecer la Marca España, demostrando que en África tenemos mucho que decir, y que podemos ser grandes exportadores de conocimiento, de *know-how*.

Los objetivos comunes de España y la CEDEAO confluyen en este sector, en el que existe un enorme potencial para sumar a la colaboración institucional la participación del sector privado, trasladando las capacidades industriales de nuestro país y su capacidad para crear riqueza y empleo en África y en España.

Finalmente, con esta edición cumplimos claramente otro de los objetivos estratégicos de Casa África: difundir y sensibilizar a la sociedad española sobre la realidad de los países africanos y las grandes oportunidades que ofrecen.

En la base de cualquier ejemplo de desarrollo económico y social se debe contar con una información elaborada por las mejores fuentes, las más rigurosas y pegadas al terreno. En África estas son las de los propios africanos y las instituciones internacionales especializadas. Esperamos que esta publicación sea un ejemplo de ello, y que ofrezca a los lectores un mejor conocimiento del presente y el futuro del sector de las energías renovables en la CEDEAO.

PRÓLOGO

LA BÚSQUEDA DE SOLUCIONES LIMPIAS Y EFICIENTES PARA UN DESARROLLO SOSTENIBLE DE LOS SECTORES DE LA ENERGÍA Y EL AGUA EN LA CEDEAO

GONZALO PIERNAVIEJA IZQUIERDO

DIRECTOR DE I+D

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CANARIAS - ITC

1. CANARIAS: FOCO DE TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA HACIA ÁFRICA

El desarrollo económico que han experimentado las Islas Canarias en los últimos 20 años ha propiciado también un importante desarrollo tecnológico en sectores emergentes. Dentro de estos nuevos sectores tecnológicos, destacan aquellos en los que el archipiélago canario, debido a sus peculiaridades, puede aportar un valor adicional respecto a otros territorios del planeta. Entre las peculiaridades a las que nos referimos se encuentran, además del hecho insular, la importante biodiversidad existente en el archipiélago (que está dando lugar a un sector prometedor, como la biotecnología), la escasez de recursos hídricos (que ha obligado a los canarios a ser pioneros en diferentes sistemas de producción y tratamiento de aguas, como la desalación de agua de mar) o la abundancia de recursos energéticos endógenos renovables (que están posibilitando la implantación de proyectos innovadores, incluso a nivel mundial, relacionados con el aprovechamiento de energías renovables).

En Canarias tenemos la visión de que nuestro archipiélago es un *Laboratorio Natural de Tecnologías Energéticas Innovadoras y Sostenibles*, visión que ya es una realidad gracias a la puesta en marcha de diversos proyectos singulares en los campos de la energía y el agua

(por ejemplo, el proyecto de autosuficiencia energética de la isla de El Hierro utilizando solo energías renovables o diferentes iniciativas de sistemas de desalación de agua accionados exclusivamente con energías renovables).

Por otro lado, el hecho insular equipara Canarias en muchos aspectos a multitud de regiones africanas vecinas (en particular, las rurales o aisladas), que presentan importantes deficiencias en el suministro de bienes básicos y fundamentales, como el acceso a la energía y al agua potable. Si, además de este factor, tenemos en cuenta la posición geoestratégica de Canarias y su condición de región ultraperiférica de la Unión Europea, la visión expuesta arriba adquiere una nueva dimensión: el laboratorio de nuevas tecnologías energéticas se convierte también en un escaparate demostrativo de estas tecnologías, que pueden replicarse casi automáticamente en los países africanos vecinos, y contribuir de esta manera a un desarrollo socioeconómico sostenible sustentado en dos sectores clave como la energía y el agua. El Instituto Tecnológico de Canarias (ITC), que trabaja coordinadamente con otras instituciones regionales y nacionales, así como empresas, en proyectos de cooperación, es, prácticamente desde su constitución, un impulsor y un dinamizador de esta filosofía de transferencia tecnológica hacia África Occidental.

2. EL ITC: 15 AÑOS DE EXPERIENCIA EN PROYECTOS DE COOPERACIÓN CON ÁFRICA OCCIDENTAL

El ITC es un centro tecnológico del Gobierno de Canarias especializado en energías renovables, tecnologías del agua y otros sectores emergentes, como la biotecnología, las tecnologías de la información o la tecnología médica, que cumple ahora 20 años. Ya en 1997 empiezan a concebirse y desarrollarse, con la ayuda de la AECID y del Gobierno de Canarias, los primeros proyectos de cooperación con países africanos. Desde esa fecha, el ITC ha llevado a cabo numerosas iniciativas, fundamentalmente relacionadas con el desarrollo de sistemas y soluciones sostenibles de suministro de energía y agua a zonas rurales utilizando energías renovables. En concreto, el ITC ha electrificado diferentes comunidades aisladas mediante energía solar

y eólica, ha dotado de suministro de agua potable a núcleos poblacionales mediante plantas desaladoras autónomas (también alimentadas con energías renovables, tecnología propia), ha desarrollado diferentes acciones de concienciación, sensibilización y formación técnica (destinadas tanto a la población beneficiaria de los proyectos como a técnicos y cargos públicos de la contraparte local) y ha asesorado a diferentes administraciones públicas de regiones y países vecinos en planificación hidráulica y energética sostenible. En los últimos años, estas actividades de cooperación tecnológica (ejecutadas por el ITC en colaboración con otras instituciones y empresas canarias) se han incrementado gracias a la existencia de nuevos programas de apoyo puestos en marcha por la Unión Europea. De esta manera, el ITC ha contribuido a la mejora de las condiciones de vida de varios núcleos de África, a canalizar la transferencia tecnológica al tejido empresarial (tanto de Canarias como de regiones vecinas), a mejorar la formación técnica y las políticas públicas en materia de energía y agua (a través del asesoramiento a gobiernos en el desarrollo de marcos normativos y técnicos), y, en definitiva, a impulsar buenas prácticas en el uso racional de la energía (eficiencia energética y energías renovables) y del agua en nuestros países vecinos.

3. EL ITC, LA CEDEAO Y EL ECREEE

La coordinación entre el ITC, la AECID, la Dirección General de Relaciones con África del Gobierno de Canarias, Casa África y otras instituciones españolas dedicadas a la promoción del uso racional de la energía y las energías renovables, como el IDAE y el CIEMAT, propicia el inicio de una colaboración institucional con la CEDEAO en 2008. La voluntad, por parte de estas entidades, de mostrar a los organismos de la CEDEAO, así como a dirigentes de los Estados miembros, las capacidades tecnológicas de Canarias en los ámbitos de la energía y el agua, se traduce en varias visitas a las instalaciones que posee el ITC en Pozo Izquierdo (sureste de Gran Canaria), en 2008 y 2009. Tanto el entonces secretario ejecutivo de la CEDEAO, Mohamed Ibn Chambas, como diferentes autoridades de la CEDEAO, entre las que se encuentra el ahora director ejecutivo del Centro para las Energías

Renovables y la Eficiencia Energética de la CEDEAO (ECREEE), Mahama Kappiah, comprueban *in situ* las potencialidades de Canarias en estos sectores, de cara a la transferencia tecnológica.

En julio de 2010, el presidente del Gobierno de Canarias, acompañado de una delegación en la que figura el ITC, asiste a la inauguración del ECREEE en Praia (República de Cabo Verde). En marzo de 2011, el ITC y el ECREEE firman en Las Palmas de Gran Canaria un convenio marco de colaboración ("Memorandum of Understanding"), en el que ambas instituciones acuerdan colaborar activamente en la promoción de tecnologías sostenibles de producción de energía y agua en la CEDEAO. Fruto de este acuerdo, el ITC, en coordinación con el ECREEE, organiza en 2011 dos seminarios intensivos para la formación avanzada de técnicos y cargos públicos de todos los países miembro en energías renovables y tratamientos de agua. Estos seminarios se celebran en las instalaciones del ITC en Pozo Izquierdo e incluyen visitas a plantas de producción de energía y agua y organismos relacionados con la gestión de la energía eléctrica, como la delegación de Red Eléctrica de España (REE) en Canarias, que cuenta con un potente centro para el control y la gestión de la operación de sistemas de energías renovables conectados a las redes insulares. En definitiva, en 2011 se sientan las bases para lo que hoy constituye una excelente colaboración entre el ITC y la CEDEAO a través de una coordinación directa con el ECREEE, colaboración que se está materializando ya a través de diversos proyectos concretos que se realizan en Cabo Verde entre el ITC y empresas canarias y que próximamente se extenderán al continente. En paralelo a estas iniciativas de carácter público están también surgiendo posibilidades de transferencia tecnológica en el ámbito privado en varios países de la CEDEAO, como Guinea-Bissau, Ghana o Gambia.

4. CRECIMIENTO SOSTENIBLE MEDIANTE TECNOLOGÍAS ADAPTADAS

Como se ha indicado ya, las perspectivas de cooperación tecnológica en energía (y agua) entre Canarias (a través del ITC) y la CEDEAO (a través del ECREEE) son muy prometedoras.

Los niveles de electrificación de los países de la CEDEAO son de los más bajos del planeta, en particular en el ámbito rural, donde decenas de millones de personas no tienen acceso a la energía “moderna”, hecho que causa el éxodo rural y la masificación de grandes urbes. Por otro lado, la falta de agua potable constituye otro problema emergente en estos países. La CEDEAO necesita de soluciones sostenibles para el desarrollo de estos sectores básicos. Pero estas soluciones no son las mismas que para las regiones industrializadas: deben ser adaptadas a sus necesidades y diferentes para cada uno de los ámbitos (rural, periurbano y urbano). En su *Libro Blanco para una Política Regional* (2006), la CEDEAO manifiesta su voluntad de incrementar el acceso a servicios energéticos para poblaciones rurales y periurbanas con objeto de alcanzar los Objetivos de Desarrollo del Milenio. En particular, se persigue que al menos el 60% de las personas que vive en áreas rurales tenga acceso a servicios energéticos productivos en pueblos (especialmente potencia impulsar la productividad de actividades económicas). Por otro lado, la CEDEAO quiere que el 66% de la población de sus Estados (más de 200 millones de habitantes) tenga acceso a suministro de electricidad individual (100% en áreas urbanas y periurbanas y 36% de poblaciones rurales).

Canarias, a través de centros tecnológicos como el ITC y otras empresas, dispone del conocimiento y la capacidad para contribuir a este desarrollo. En sus instalaciones de Pozo Izquierdo, el ITC cuenta con los laboratorios y la tecnología adecuada para que este desarrollo sea sostenible. La experiencia del ITC en generación y suministro descentralizado y distribuido de energía y agua utilizando fuentes endógenas y renovables, así como nuestra visión técnica de desarrollo energético sostenible para la CEDEAO, se describe brevemente en uno de los capítulos de este libro. En particular, se cuenta con tecnología y *know-how* para el despliegue de sistemas innovadores de producción y suministro de electricidad y agua basados en pequeñas centrales, conocidos como micro o minirredes eléctricas, que pueden funcionar de manera aislada de la red eléctrica principal e incluso conectada o semiconectada a esta, en caso de que se pretenda extender el suministro de electricidad, de forma convencional, a una área concreta. Canarias cuenta también con un importante *know-how* en

todo tipo de tecnologías para el tratamiento de aguas (bombeo, desalación, depuración, potabilización), y se ha esforzado para que estas técnicas consuman la menor cantidad de energía posible e incluso puedan ser accionadas directamente mediante energías renovables. En el ITC estamos convencidos de que la relación tecnológica entre Canarias y la CEDEAO contribuirá a la consecución de los Objetivos de Desarrollo del Milenio y a un crecimiento sostenible de sus Estados.

PRÓLOGO
MEJOR JUNTOS

EMBAJADORA BRIGITTE ÖPPINGER-WALCHSHOFER
DIRECTORA GENERAL DE LA AUSTRIAN DEVELOPMENT AGENCY

La Austrian Development Cooperation —ADC— (Cooperación Austriaca para el Desarrollo) ha apoyado el establecimiento del ECOWAS Centre for Renewable Energy and Energy Efficiency —ECREEE— (Centro para las Energías Renovables y la Eficiencia Energética) de la CEDEAO (Comunidad Económica de los Estados de África del Oeste) desde el principio. En la Conferencia sobre Paz y Seguridad de la CEDEAO, celebrada en noviembre de 2008 en Burkina Faso, el director general de ONUDI (Agencia de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial) y el ministro de Exteriores austriaco se comprometieron a apoyar dicho centro. En febrero de 2010 comenzó la fase preparatoria del centro, en colaboración con la Comisión de la CEDEAO, con ONUDI como asistencia técnica principal y Austria como primer donante bilateral. Me gustaría aquí destacar la excelente cooperación con la Comisión de la CEDEAO y ONUDI. La contribución austriaca tuvo un gran efecto impulsor y atrajo a otros donantes fundamentales como AECID (España), la Comisión Europea y otros que se sumaron a esta iniciativa.

Tras tres años de implementación, el ECREEE se ha convertido en una plataforma muy apreciada tanto a nivel regional como internacional para la promoción de las energías renovables y la eficiencia energética en África Occidental. El centro se dedica al desarrollo de políticas, desarrollo de capacidades, concienciación, transferencia de tecnología, proyectos piloto y atracción de inversión.

Durante el Foro sobre Energía Sostenible para Todos en África Occidental, celebrado en Accra, Ghana, del 29 al 31 de octubre de 2012, los 15 ministros de Energía de la CEDEAO adoptaron las políticas regionales sobre energías renovables y eficiencia energética con objetivos ambiciosos y planes de actuación claros para su implementación. La Austrian Energy Agency (Agencia Austriaca de la Energía) lideró el proceso de elaboración de políticas sobre eficiencia energética de la CEDEAO, financiado por la Comisión Europea. Austria, a través del Foro Mundial de Energía Sostenible, también actuó como coorganizadora del citado foro.

La Austrian Development Cooperation (Agencia Austriaca de Desarrollo) seguirá cumpliendo su compromiso con el Centro, mediante la provisión de asistencia económica y técnica del plan de negocios del ECREEE, adoptado para el periodo 2011-2016.

Desde su creación en 2004, la Austrian Development Agency, unidad operativa de Austrian Development Cooperation, se ha centrado en el sector "energía sostenible" para promover el acceso asequible a servicios energéticos sostenibles limpios, seguros y eficientes. Austria tiene una tradición muy dilatada en la utilización de fuentes de energías renovables y soluciones de eficiencia energética en edificios, PYMEs y procesos industriales. La Austrian Development Cooperation apoya a países asociados en África y otras partes del mundo, compartiendo las experiencias austriacas y las lecciones aprendidas en el sector y, a cambio, aprende de sus logros.

Nuestra experiencia muestra que la cooperación regional resulta más efectiva aplicando una combinación de enfoques al mismo tiempo: de abajo a arriba y de arriba a abajo. De esta forma, la Austrian Development Agency combina el desarrollo de capacidades, basado en la demanda para expertos locales e instituciones, así como transferencia de conocimientos técnicos con participación política regional y nacional en la elaboración e implementación de políticas. Valoramos mucho que el modelo del centro se reproduzca ahora en otras regiones de África Subsahariana y continúe contribuyendo a estas actividades.

PRÓLOGO

CONTRIBUCIÓN DE ONUDI A LA PROMOCIÓN DE LA ENERGÍA SOSTENIBLE EN ÁFRICA OCCIDENTAL

PRADEEP MONGA

DIRECTOR DE ENERGÍA Y CAMBIO CLIMÁTICO DE LA AGENCIA DE
LAS NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO INDUSTRIAL (ONUDI)

En 2010, cuando ONUDI (Agencia de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial) se planteó el ECREEE (Centro para las Energías Renovables y la Eficiencia Energética de la CEDEAO) como una organización nodal para iniciativas de energías renovables y eficiencia energética en la región de la CEDEAO (Comunidad Económica de los Estados de África del Oeste), no estaba claro su nivel de intervención, ámbito y apoyo político que tendría de los gobiernos nacionales de la región. En 2012, el ECREEE, en colaboración con ONUDI y el resto de socios, supervisó la adopción de las políticas regionales de energías renovables y eficiencia energética por los ministros de Energía de todos los países de la CEDEAO. Esta publicación introduce, en la primera parte, las políticas adoptadas y, más adelante, trata la interrelación con la temática de género. En la segunda parte se presentan varios estudios de casos y marcos de políticas tecnológicas específicos. En la parte final, la tercera, se destacan la financiación y el desarrollo de los mercados de energías renovables.

Esta publicación es sumamente oportuna, pues no solo expone los objetivos establecidos en la política regional de energías renovables, sino que también muestra las mejores prácticas, citando ejemplos de la región, y explora las opciones de financiación e iniciativas necesarias para conseguir tales objetivos dentro del plazo previsto.

ONUDI está implementando ocho proyectos de energías renovables, un proyecto de eficiencia energética y un proyecto regional dentro del Programa Estratégico de Energía para África Occidental, financiado por el Global Environment Facility (Fondo para el Medio Ambiente Mundial). La cartera de ONUDI para África Occidental alcanza más de 80 MUS\$ (incluyendo la cofinanciación) y abarca Burkina Faso, Cabo Verde, Chad, Costa de Marfil, Guinea, Liberia, Nigeria, Sierra Leona y Gambia.

Además, es evidente que la hoja de ruta del futuro energético de África Occidental debe incluir las energías renovables como una fuente prominente de energía, especialmente en las zonas no conectadas a la red, a través de microrredes, y en las zonas industriales conectadas a la red, a través de su vasto potencial hidroeléctrico y solar. Los crecientes índices de crecimiento industrial llevan aparejada una mayor demanda energética. En el caso de África Occidental, esta mayor demanda debe satisfacerse con la adopción de soluciones energéticas innovadoras que engloben el uso de tecnologías transformadoras de energías renovables, formas transitivas de energías limpias y mayores sectores industrial y de transporte eficientes energéticamente.

La financiación del uso de las energías renovables plantea algunas preguntas sin respuesta. Queda por ver si los marcos normativos apoyados por los mecanismos financieros utilizados por organizaciones donantes crearán un entorno propicio en el que el sector privado de energías renovables prospere y si las fuerzas del mercado apoyarán el uso de energías provenientes de fuentes renovables.

En nombre de la Agencia de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial y de la comunidad internacional, me gustaría felicitar a ECREEE, ITC y Casa África por sus esfuerzos documentando las políticas, tecnologías, mejores prácticas y opciones de financiación de energías renovables prevalentes en África Occidental, al tiempo que los responsables políticos mundiales y nacionales emprenden el arduo camino de superación de los obstáculos existentes en la hoja de ruta energética, que impiden el crecimiento de la región.

INTRODUCCIÓN

DAVID VILAR FERRENBACH
ASISTENCIA TÉCNICA DE AECID EN ECREEE

En el año 2010, la Comunidad Económica de Estados de África Occidental (CEDEAO) inauguraba el Centro para las Energías Renovables y la Eficiencia Energética de la CEDEAO (ECREEE). El mandato del ECREEE es la promoción de las energías renovables y la eficiencia energética en la región, basada en la integración de diferentes estrategias complementarias de proyectos, en el apoyo político, en la transferencia de conocimiento y en el fomento de las inversiones.

Ese mismo año, las Naciones Unidas, a través de la red de conocimiento inter-agencias sobre asuntos energéticos, UN-Energy, declaraba en la publicación *Looking to the Future*: "Existe un consenso emergente sobre la diversidad y complejidad de los temas energéticos clave y deben ser abordados de una forma holística".

La región de África Occidental es un conjunto asimétrico de estados, que incluye grandes países como Nigeria pero también pequeños como Gambia, Guinea-Bissau o Liberia, con realidades complejas muy diversas. Estos se distribuyen a lo largo de un gradiente climático que va desde la región del Sahel, en el norte, hasta la zona húmeda del sur, lo que condiciona la diversidad de ambientes que la región presenta. Además, la mayoría de estos estados forman parte del grupo de los países menos desarrollados del mundo, con altos índices de pobreza tanto en zonas urbanas como rurales. En este contexto, el papel de la energía es fundamental para

mejorar las condiciones de vida de las personas. Sobre todo en una región con abundantes recursos energéticos renovables que sigue siendo altamente dependiente de los combustibles fósiles.

Así pues, la realidad del contexto energético en África Occidental, y específicamente en el área de las energías renovables y del desarrollo humano, es enormemente diversa y compleja. Es por ello que cualquier iniciativa del sector debe partir de un buen conocimiento del entorno y de sus dinámicas y debe, además, tener en cuenta las diferentes dimensiones del desarrollo, desde el ámbito local hacia el regional.

La presente publicación *Energías renovables en África Occidental: estado, experiencias y tendencias* es el fruto de un esfuerzo coordinado entre el ECREEE, el Instituto Tecnológico de Canarias y Casa África para dar a conocer la realidad del sector de las energías renovables en África Occidental, una región conectada a un mundo globalizado y en permanente desarrollo. Para ello, se abordan los aspectos que consideramos fundamentales para poder contextualizar el sector: las políticas, la tecnología y la financiación. En este sentido, esta publicación se estructura en tres partes bien definidas.

En primer lugar, se da a conocer la situación sobre los planes y marcos regulatorios de la región y se contextualizan con otras experiencias internacionales. En definitiva, se trata de remarcar la asimetría, no solo entre la región y el contexto internacional sino también entre los países de la región. Todo ello teniendo en cuenta aspectos transversales tan importantes como el enfoque de género.

En la segunda parte, tras una exposición del estado del arte y del potencial de algunas tecnologías energéticas renovables de interés en la región, se describen varios casos reales de proyectos ejecutados o en fase de implementación para dar a conocer algunas de las realizaciones concretas del sector en África del Oeste.

La última parte presenta la situación actual de los mecanismos de financiación que existen para la implementación de proyectos en la región. Además, se exponen algunos de los modelos de negocio más relevantes para este sector en zonas rurales. Finalmente, se explican las iniciativas que el ECREEE está desarrollando para atraer el financiamiento en este sector en la región. En esta parte veremos cómo un mecanismo de financiamiento adaptado a la

realidad regional es indispensable para materializar los esfuerzos invertidos en la creación de un contexto favorable a nivel normativo, de capacidades y de información y atraer la inversión.

Esta estructura permite agrupar coherentemente las experiencias de varios expertos e instituciones especialistas en un formato que puede servir tanto para consultas específicas como para adquirir una visión amplia de las oportunidades del sector de las energías renovables en la región.

Aun habiendo temas que nos hubiera gustado incluir, esta publicación ofrece al lector una muestra representativa de la actual situación de las energías renovables en una región que tiene muchas oportunidades de desarrollo pero que necesita iniciativas adaptadas a su contexto. Esperamos que este trabajo contribuya al aumento del conocimiento e interés en el desarrollo de la región.

Praia, 21 de diciembre de 2012

PRIMERA PARTE
PANORAMA GLOBAL
Y MARCO REGULATORIO
DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES

ENERGÍAS RENOVABLES: CONTEXTO INTERNACIONAL

JANET SAWIN, RANA ADIB Y KANIKA CHAWLA

REN21

RESUMEN

Esta sección, basada en el Informe sobre el *Estado Mundial de las Energías Renovables 2012* de REN21, tiene por objetivo ofrecer una amplia perspectiva del mercado, la industria y la evolución de las políticas de energías renovables alrededor del mundo; proporcionando una base sólida para medir el progreso global en la expansión de las energías renovables. En el año 2011, muchos países reorientaron sus futuras políticas energéticas a raíz del trágico desastre nuclear de Fukushima (Japón). Pese a la actual incertidumbre económica, la inversión mundial en energías y combustibles renovables creció un 17% y las energías renovables han seguido creciendo con fuerza en todos los sectores de uso final —electricidad, calefacción y refrigeración y transporte—. Las políticas de apoyo a las energías renovables siguen siendo el motor que ha impulsado el aumento de las cuotas de energías renovables. También se considera cada vez más que las energías renovables son fundamentales para crear empleo, permitir el acceso a la energía —especialmente en zonas rurales— y conseguir autonomía energética. Hoy en día, más personas que nunca obtienen energía de fuentes

renovables, a medida que sigue creciendo la capacidad, los precios siguen descendiendo y las cuotas de energía global provenientes de fuentes renovables siguen aumentando.

Palabras clave: energías renovables, *Informe sobre el Estado Mundial* de REN21, políticas, inversión, acceso a la energía, energía rural, tendencias de la industria, energía eólica, energía solar fotovoltaica, biomasa, calefacción y refrigeración solar térmica, energía solar concentrada, energía geotérmica, energía hidráulica, energía oceánica, energías renovables modernas, producción energética, objetivos de política.

1. INTRODUCCIÓN

Las energías renovables constituyen un amplio y variado conjunto de fuentes de energía —biomasa, energía hidroeléctrica, geotérmica, eólica, solar y oceánica—, así como una serie de procesos de conversión y aplicaciones como procesos de combustión, procesos térmicos, mecánicos, fotovoltaicos, etc. Además de las ventajas obvias de control de emisiones, las tecnologías de energías renovables también pueden contribuir de modo significativo a la seguridad energética doméstica e impulsar el desarrollo económico.

Los mercados y marcos de políticas de energías renovables han evolucionado rápidamente en los últimos años. Esta sección se basa en las conclusiones del *Informe sobre el Estado Mundial de las Energías Renovables 2012* de REN21 y resalta las últimas novedades, el estado actual y las tendencias clave en el campo de las energías renovables a nivel mundial.

La Asamblea General de las Naciones Unidas declaró 2012 Año Internacional de la Energía Sostenible para Todos. El secretario general de la ONU, Ban Ki-moon, ha apoyado este año con su nueva iniciativa mundial Energía Sostenible para Todos, que tiene por finalidad movilizar la acción mundial en torno a tres objetivos interrelacionados que deberían conseguirse de aquí a 2030: acceso universal a servicios energéticos modernos, mejores índices de eficiencia energética y mayor utilización de fuentes de energías renovables.

Las políticas de apoyo a las energías renovables han sido el motor impulsor de las crecientes cuotas de energías renovables. Hasta 118 países, más de la mitad de los cuales son países en vías de desarrollo, han puesto en marcha objetivos de energías renovables desde principios de 2012, y 109 países cuentan con políticas de apoyo a las energías renovables en el sector energético.

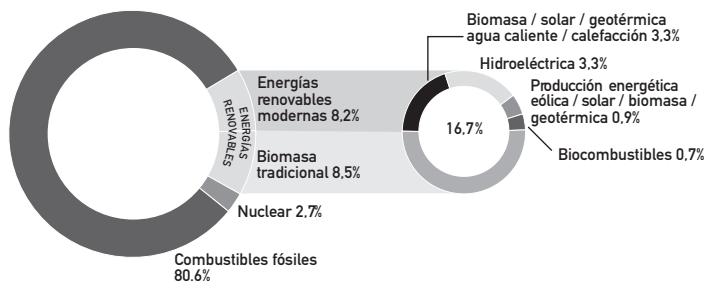
El principal motor impulsor de políticas es el potencial de creación de empleo de las energías renovables. A nivel mundial, se calcula que unos 5 millones de personas trabajan directa o indirectamente en el sector de las energías renovables. Cada vez más gobiernos alrededor del mundo reconocen las ventajas de las energías renovables y la eficiencia energética como elementos fundamentales de cualquier estrategia de economía verde.

Las energías renovables se consideran cada vez más esenciales para permitir el acceso a la energía, especialmente en zonas rurales de los países en vías de desarrollo. Las energías renovables se perciben ahora como una opción viable para dotar a millones de personas de una mejor calidad de vida. Aunque todavía queda mucho camino hasta ofrecer acceso a la energía para todos, hoy en día, más personas que nunca obtienen energía de fuentes renovables, a medida que sigue creciendo la capacidad, los precios siguen descendiendo y las cuotas de energía global provenientes de fuentes renovables siguen aumentando.

2. CRECIMIENTO DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES EN TODOS LOS SECTORES DE USO FINAL

Las fuentes de energías renovables, incluyendo la biomasa tradicional, han crecido hasta suministrar el 16,7% del consumo energético final mundial en 2011. De este total, se calcula que las energías renovables modernas constituían el 8,2%, una cuota que ha aumentado en los últimos años, mientras que la cuota de biomasa tradicional ha caído ligeramente hasta, aproximadamente, un 8,5%. Durante 2011, las energías renovables continuaron experimentando un fuerte crecimiento en todos los sectores de uso final: electricidad, calefacción y refrigeración y transporte.

FIGURA 1
CUOTA DE ENERGÍAS RENOVABLES EN EL CONSUMO ENERGÉTICO FINAL
MUNDIAL, 2010

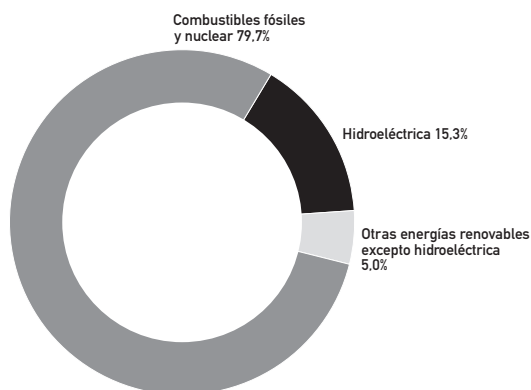


FUENTE: FIGURA 1 DEL INFORME SOBRE EL ESTADO MUNDIAL DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES 2012 DE REN21 (PARÍS: SECRETARÍA DE REN21).

En el sector energético, las energías renovables equivalían a casi la mitad de los 208 gigavatios (GW) de capacidad eléctrica añadida mundialmente durante el año. La energía eólica y solar fotovoltaica suponían casi el 40% y el 30%, respectivamente, de la nueva capacidad de energías renovables, seguidas por la energía hidroeléctrica (casi el 25%). A finales de 2011, la capacidad total mundial de energías renovables superó los 1.360 GW, un 8% más que en 2010; las energías renovables supusieron más del 25% de la capacidad de producción energética mundial (estimada en unos 5.360 GW en 2011) y suministraron un 20,3% de la electricidad mundial. Las energías renovables, exceptuando la hidroeléctrica, excedieron los 390 GW, un aumento de la capacidad del 24% con relación a 2010.

El sector de la calefacción y la refrigeración ofrece un inmenso potencial no explotado para la expansión de las energías renovables. El calor de biomasa y de fuentes solares y geotérmicas supone ya una parte importante de la energía derivada de fuentes renovables y está evolucionando lentamente, a medida que los países (especialmente en la Unión Europea) están comenzando a promulgar políticas de apoyo y controlar la cuota de calor derivada de fuentes renovables. Las tendencias en el sector de la calefacción y la refrigeración incluyen un aumento en el tamaño de los sistemas, una mayor utilización

FIGURA 2
CUOTA DE ENERGÍAS RENOVABLES



FUENTE: FIGURA 3 DEL INFORME SOBRE EL ESTADO MUNDIAL DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES 2012 DE REN21 (PARÍS: SECRETARÍA DE REN21).

de la cogeneración de calor y electricidad, ofreciendo calefacción y refrigeración renovables a redes de distrito, y el uso de calefacción renovable para fines industriales.

Las energías renovables se utilizan en el sector del transporte en su modalidad de biocombustibles gaseosos y líquidos; los biocombustibles líquidos constituyeron alrededor del 3% de los combustibles de transporte por carretera a nivel mundial en 2011, más que cualquier otra fuente de energías renovables en el sector del transporte. La electricidad alimenta trenes, metros y un pequeño pero creciente número de turismos y motos, y existe un reducido pero creciente número de iniciativas para vincular transporte eléctrico y energías renovables.

De entre todas las energías renovables, la energía solar fotovoltaica es la que ha experimentado un crecimiento más rápido durante el periodo que va desde finales de 2006 hasta finales de 2011, con una capacidad operativa que crece a un ritmo medio de un 58% anual, seguida de la energía solar térmica concentrada, que se incrementó en casi un 37% anual durante el mismo periodo, partiendo de un nivel bajo, y la energía eólica (26%). La demanda de sistemas de calefacción solar térmica, de bombas de calor geotérmicas y de algunos combustibles de biomasa sólida,

como los pellets de madera, también está creciendo rápidamente. El desarrollo de los biocombustibles líquidos ha sido variado en los últimos años, con la producción de biocombustible, incrementándose en 2011, y la de etanol, permaneciendo estable o experimentando un ligero descenso en relación con 2010. Las energías hidroeléctrica y geotérmica están creciendo mundialmente a un ritmo medio del 2 al 3% anual. No obstante, en varios países, el crecimiento de estas y otras tecnologías de energías renovables supera con mucho la media mundial.

Los siete países con mayor capacidad de energía eléctrica renovable no hidráulica —China, Estados Unidos, Alemania, España, Italia, India y Japón— representan alrededor del 70% de la capacidad total mundial. La clasificación per cápita resultó bastante diferente, con Alemania a la cabeza seguida por España, Italia, Estados Unidos, Japón, China e India. Por región, la Unión Europea poseía casi el 44% de la capacidad mundial de energías renovables no hidroeléctricas a finales de 2011 y los países BRICS¹ casi el 26%; su cuota ha ido aumentando en los últimos años, pero prácticamente toda esta capacidad se encuentra en China, India y Brasil.

Aún así, las tecnologías de energías renovables se están expandiendo a nuevos mercados. En 2011, alrededor de 50 países instalaron tecnología eólica y la tecnología solar fotovoltaica está introduciéndose rápidamente en nuevas regiones y países. Existe un interés arraigado en la energía geotérmica en el Valle del Rift de África Oriental, además de en otros lugares, y se utilizan colectores solares de agua caliente en más de 200 millones de hogares, así como en numerosos edificios públicos y comerciales alrededor del mundo. Hay un interés creciente en la calefacción y refrigeración geotérmica en todo el mundo y la utilización de la biomasa moderna con fines energéticos se está expandiendo por todas las regiones del mundo.

La mayor parte de las tecnologías de energías renovables experimentaron un crecimiento continuado de fabricación de equipamiento, ventas e instalación durante 2011. La energía solar fotovoltaica y la energía eólica terrestre experimentaron bajadas enormes de precios derivadas de costes menores debido a economías de escala y avances tecnológicos, pero también debido a reducciones del apoyo normativo o incertidumbres sobre estos. Al mismo tiempo,

algunas industrias de energías renovables —especialmente la fabricación de energía solar fotovoltaica— se han enfrentado a caídas de precios, menor apoyo normativo, la crisis financiera internacional y tensiones en el comercio internacional. Las incesantes dificultades económicas (especialmente en los mercados de energías renovables tradicionales) y cambiantes marcos normativos de muchos países contribuyeron a algunas incertidumbres de la industria o actitudes negativas y, a lo largo del año, se ha producido un descenso constante en el número de nuevos proyectos propuestos para su ejecución.

3. UN PANORAMA NORMATIVO DINÁMICO

Los objetivos de energías renovables y las políticas de apoyo siguieron siendo el motor impulsor del crecimiento de los mercados de energías renovables, pese a algunos reveses derivados de la falta de certeza y estabilidad a largo plazo de las políticas en muchos países. El número de objetivos oficiales de energías renovables y políticas en marcha para apoyar las inversiones en energías renovables siguieron aumentando en 2011 y principios de 2012, pero a un ritmo de adopción más lento que en años anteriores. Varios países emprendieron grandes reformas de sus políticas que han dado como resultado un menor apoyo; algunos cambios pretendían mejorar instrumentos existentes y conseguir más resultados previstos, a medida que maduran las tecnologías de energías renovables, mientras que otros formaban parte de la tendencia encaminada a las medidas de austeridad.

Las políticas sobre producción de energías renovables siguen siendo el tipo más frecuente de política de apoyo; al menos 109 países contaban con algún tipo de política de energías renovables a principios de 2012, en comparación con los 96 países registrados en el mismo informe de 2011. Las *Feed-in-Tariff* y las normas de la cartera de renovables son las políticas más utilizadas en este sector. A principios de 2012, al menos 65 países y 27 estados tenían implantadas políticas de *Feed-in-Tariff*. Aunque se aprobaron algunas nuevas *Feed-in-Tariff*, la mayoría de las actividades políticas al respecto consistieron en reformas de leyes existentes, en

FIGURA 3

PAÍSES DOTADOS DE POLÍTICAS, PRINCIPIOS DE 2012



FUENTE: MAPAS DE POLÍTICAS 2012 DEL INFORME SOBRE EL ESTADO MUNDIAL DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES 2012 DE REN21; P. 79 (PARÍS: SECRETARÍA DE REN21).

FIGURA 4

PAÍSES DOTADOS DE POLÍTICAS, 2005



FUENTE: MAPAS DE POLÍTICAS 2012 DEL INFORME SOBRE EL ESTADO MUNDIAL DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES 2012 DE REN21; P. 79 (PARÍS: SECRETARÍA DE REN21).

ocasiones controvertidas y acarreado pleitos judiciales. Las cuotas o normas de la cartera de renovables estaban implantadas en 19 países y al menos en otras 54 demarcaciones territoriales. Dos nuevos países habían promulgado tales políticas en 2011 y principios de 2012.

Las políticas de promoción de calefacción y refrigeración a partir de energías renovables siguen promulgándose de modo menos enérgico que las de otros sectores, pero su utilización se ha extendido en los últimos años. A principios de 2012, al menos 19 países tenían implantados objetivos específicos de calefacción y refrigeración aprovechando fuentes renovables y un mínimo de 17 países y estados tenían obligaciones/mandatos de promover calefacción renovable. Numerosas administraciones locales también apoyan los sistemas de calefacción renovable mediante normas de edificación y otras medidas. El eje de este sector todavía se encuentra principalmente en Europa, pero el interés se está extendiendo a otras regiones.

Los mandatos de mezcla de biocombustibles y de cuota de combustibles existían en, al menos, 46 países, a nivel nacional, y en 26 estados y provincias a principios de 2012. Durante 2011, se promulgaron nuevos mandatos en tres países y aumentaron los mandatos existentes en al menos seis. Las exenciones fiscales al combustible de transporte y las subvenciones a la producción de biocombustibles existían también en al menos 19 países. Al mismo tiempo, se redujo el nivel de mezcla obligatoria de etanol en Brasil, en parte debido a la escasa producción de caña de azúcar, mientras que en Estados Unidos las políticas a largo plazo de apoyo al etanol no se renovaron a final de año.

Miles de ayuntamientos y administraciones locales alrededor del mundo cuentan, asimismo, con políticas, planes u objetivos en vigor en materia de energías renovables y mitigación del cambio climático. Casi dos tercios de las ciudades mayores del mundo habían adoptado planes de actuación contra el cambio climático a finales de 2011 y más de la mitad de ellas planeaban utilizar más energías renovables. Muchas de las instituciones de fomento de la cooperación entre ciudades en materia de desarrollo local de las energías renovables vieron cómo aumentaba su número de miembros y actividades en 2011, incluso el Pacto entre Alcaldes de la UE (más de 3.000 ciudades miembro). La mayor parte de la actividad se ha producido en las ciudades norteamericanas y europeas, aunque existen 100 ciudades piloto en China, y otras ciudades en Argentina, Australia, Brasil, India, México, Sudáfrica, Corea del Sur y otros

lugares emprendieron iniciativas para apoyar la difusión de las energías renovables en 2011.

Los responsables políticos son cada vez más conscientes de las múltiples ventajas de las energías renovables —que incluyen seguridad energética, menor dependencia de la importación, reducción de emisiones de gases con efecto invernadero, prevención de pérdida de la biodiversidad, mejora de la salud, creación de empleo, desarrollo rural y acceso a la energía— lo que lleva, en algunos países, a una mayor integración de las energías renovables en las políticas de otros sectores económicos. A nivel mundial, existen más de 5 millones de puestos de trabajo en el sector de energías renovables y el potencial de creación de empleo sigue siendo un motor esencial de políticas de energías renovables. Durante 2011, la elaboración y ejecución de políticas también se vio estimulada, en algunos países, por la catástrofe nuclear de Fukushima en Japón y por el objetivo anunciado por el secretario general de la ONU de duplicar la cuota de energías renovables en la combinación energética de aquí a 2030.

Hasta la fecha, en pocas ocasiones se han vinculado sistemáticamente eficiencia energética y energías renovables en el ámbito normativo, pero los países están comenzando a abrir los ojos a la importancia de aprovechar sus sinergias potenciales. La eficiencia energética y las energías renovables pueden considerarse los “dos pilares” de un futuro energético sostenible, con energías renovables que reduzcan las emisiones de agentes contaminantes por unidad de energía producida y mejoras en la eficiencia energética que reduzcan considerablemente el consumo de energía. Mejorar la eficiencia de los servicios energéticos es beneficioso, sea cual sea la fuente primaria de energía, pero existe una sinergia especial entre eficiencia energética y fuentes de energías renovables. En la UE, Estados Unidos y en otros lugares, los países están comenzando a vincularlas a las dos, a través de objetivos y políticas. A nivel mundial, la iniciativa del secretario general de la ONU sobre Energía Sostenible para Todos destaca las interrelaciones entre acceso a la energía, mejoras de la eficiencia energética y difusión de las energías renovables. Las políticas han empezado a tratar también la eficiencia de los sistemas de energías renovables en sí mismos.

4. TENDENCIAS DE INVERSIÓN

Las nuevas inversiones en energías renovables, a nivel mundial, se incrementaron un 17% hasta alcanzar una cantidad récord de 257.000 MUS\$ en 2011. Se sextuplicó con creces el importe correspondiente a 2004 y casi se duplicó la inversión total de 2007, el último año antes de la fase crítica de la reciente crisis financiera mundial. Este incremento se produjo en un momento en el que el coste del equipamiento de energías renovables caía rápidamente y existía incertidumbre sobre el crecimiento económico y las prioridades políticas en los países desarrollados. Incluyendo la energía hidroeléctrica a gran escala, la inversión neta en capacidad energética renovable fue del orden de los 40.000 MUS\$, mayor que la inversión neta en capacidad de combustibles fósiles.

Uno de los acontecimientos destacados de 2011 fueron los excelentes resultados de la energía solar, que arrasaron los de la energía eólica, el sector individual de mayor inversión en los últimos años. También hay que destacar los resultados de Estados Unidos, donde la inversión aumentó un 57% en relación a 2010 debido, principalmente, a que los promotores se apresuraban para aprovechar los programas federales de incentivos que estaban llegando a su fin.

Los cinco primeros países en inversión total fueron China (número uno mundial por tercer año consecutivo) seguida de Estados Unidos, Alemania, Italia e India. India experimentó la expansión de inversiones más rápida de cualquier mercado mundial de energías renovables a gran escala, con un crecimiento de un 62%. Los países en vías de desarrollo vieron cómo su proporción relativa en la inversión total mundial caía tras varios años de aumentos constantes; los países en vías de desarrollo registraron 117.000 MUS\$ de nuevas inversiones en 2011, en relación con los 140.000 MUS\$ de los países desarrollados.

5. REFERENCIA ESPECIAL A LAS ENERGÍAS RENOVABLES EN EL ÁMBITO RURAL

Las importantes innovaciones tecnológicas y las reducciones en los costes de las tecnologías de energías renovables, junto con la mejora

de las empresas y modelos de financiación, están creando cada vez más soluciones limpias y asequibles de energías renovables para los individuos y las comunidades de los países en vías de desarrollo. Para una mayoría de usuarios dispersos en zonas remotas, la electricidad renovable descentralizada sin conexión a la red resulta más barata que extender la red eléctrica. Al mismo tiempo, los países en vías de desarrollo han empezado a desplegar cada vez más potencia instalada de energías renovables conectada a la red, que a su vez está expandiendo los mercados y reduciendo más los precios, mejorando potencialmente las perspectivas de difusión de las energías renovables en el ámbito rural.

Los mercados rurales de energías renovables en países en vías de desarrollo difieren considerablemente de unas regiones a otras: por ejemplo, África tiene, con diferencia, los índices más bajos de acceso a servicios energéticos modernos, mientras que Asia presenta diferencias considerables entre países y el porcentaje de electrificación de Latinoamérica es bastante elevado. Además, concurren muchos actores en este sector y los participantes difieren de una región a otra. El mercado rural de energías renovables es sumamente dinámico y evoluciona constantemente; también se enfrenta a la falta de marcos estructurados y conjuntos de datos consolidados.

Además de prestar atención a las tecnologías y sistemas, la mayoría de los países en vías de desarrollo han comenzado a identificar e implementar programas y políticas para mejorar las estructuras operativas existentes que gobiernan los mercados rurales de energía. La mayor parte de los países están dotándose de objetivos de electrificación que incluyen opciones de energías renovables sin conexión a la red y microrredes alimentadas por energías renovables; también se utiliza, en cierta medida, la electricidad renovable conectada a la red. En el mercado rural de la cocina y la calefacción, las cocinas modernas alimentadas por fuentes renovables están ganando terreno como alternativas fiables y sostenibles a las cocinas de biomasa tradicional. Tales avances están aumentando el atractivo de los mercados energéticos rurales y las economías en vías de desarrollo a los ojos de potenciales inversores.

Tras muchos años de desarrollo político, técnico, financiero e industrial relativamente lento, la difusión impresionante de todas

las tecnologías de energías renovables y la reducción de su coste suponen una importante oportunidad que augura un futuro mejor. No obstante, serán necesarios nuevos esfuerzos para alcanzar los objetivos establecidos. La Agencia Internacional de la Energía estima que la inversión anual en el sector energético rural debe quintuplicarse con creces para permitir el acceso universal a energía moderna de aquí a 2030.

6. CONCLUSIÓN

Los últimos años han sido testigos de un crecimiento importante de las energías renovables en todas las partes del mundo. Este crecimiento ha sido constante en términos de producción energética, potencias instaladas y volumen de inversiones, incorporando varias tecnologías de energías renovables como parte esencial del actual mix energético mundial.

Estos avances han hecho que algunas tecnologías de energías renovables tengan costes competitivos en cada vez más lugares y condiciones. Además, proporcionan una base sólida para proyecciones, indicando que, a la larga, el futuro mix energético mundial dependerá mucho de tecnologías de energías renovables. Por ejemplo, el informe especial sobre *Fuentes de Energías Renovables y Mitigación del Cambio Climático del IPCC* (Panel Intergubernamental de Cambio Climático) estima, en una de sus hipótesis, que hasta un 77% del suministro energético mundial podría abastecerse con energías renovables de aquí a mediados de siglo si se contara con el apoyo de las políticas públicas facilitadoras adecuadas, como reformulación del sistema energético sustituyendo el modelo centralizado por uno descentralizado con las consiguientes implicaciones obligadas de infraestructura energética. Un diseño de los mercados energéticos basado en la flexibilidad será imprescindible para afrontar los cambios en el sistema.

NOTAS

1. Brasil, Rusia, India, China y Sudáfrica.

BIBLIOGRAFÍA

[1] REN21: *Renewables 2012 Global Status Report* (Paris: REN21 Secretariat).

AUTORES

Janet Sawin. Autora principal, *Informe sobre el Estado Mundial de las Energías Renovables 2012* de REN21; socia de Sunna Research y asociada principal de Worldwatch Institute.

Rana Adib. Directora del Proyecto, *Informe sobre el Estado Mundial de las Energías Renovables 2012* de REN21; asesora de políticas, Secretariado de REN21.

Kanika Chawla. Gerente de comunidad, *Informe sobre el Estado Mundial de las Energías Renovables 2012* de REN21; consultora auxiliar de políticas, Secretariado de REN21.

www.ren21.net

ESCENARIOS DEL SECTOR ELÉCTRICO EN LA REGIÓN DE LA CEDEAO

DOLF GIELEN Y ASAMI MIKETA
IRENA

BRUNO MERVEN
UNIVERSIDAD DE CIUDAD DEL CABO

RESUMEN

El actual análisis del modelo de suministro conjunto de electricidad de la CEDEAO sugiere que hasta un 54% del suministro eléctrico de África Occidental podría basarse en energías renovables en 2030. Los resultados para 2030 no varían mucho según el marco de políticas o el optimismo tecnológico, pero la cuota de energías renovables después de 2030 varía ostensiblemente según los escenarios. Las hipótesis del modelo para energías renovables y los resultados se resumen en este artículo. Dichos resultados dependen de las hipótesis empleadas y se necesita un posterior análisis para identificar las sensibilidades clave y elaborar estrategias sólidas. La herramienta se encuentra disponible para que los responsables políticos de la región lleven a cabo futuros análisis de escenarios y estrategias.

Palabras clave: planificación energética, energías renovables, tecnología de energía, IRENA.

1. INTRODUCCIÓN

En julio de 2011 los líderes africanos, en su cumbre de Abu Dhabi, solicitaron asistencia a la International Renewable Energy Agency —IRENA— (Agencia Internacional de Energías Renovables) en el despliegue acelerado de energías renovables (IRENA, 2011a). Ello ha dado lugar a una iniciativa de IRENA África que consta de una serie de actuaciones. La elaboración y utilización de herramientas de planificación energética, incluyendo escenarios y estrategias, es una de ellas (IRENA, 2011b, 2012b). Desde entonces, el conjunto de herramientas de planificación para África Occidental se ha perfeccionado aún más. El presente artículo ofrece una versión actualizada de las últimas informaciones (situación en junio de 2012).

Actualmente, África Occidental tiene un consumo de electricidad per cápita muy bajo. Es probable que esta situación cambie rápidamente en el futuro. Se prevé que la demanda se multiplique por diez en los próximos veinte años, al tiempo que se incrementa la actividad económica y se alcanza el acceso universal a la energía. Ello plantea cuestiones importantes sobre la combinación óptima de suministro eléctrico. A nivel mundial, la cuota de energías renovables en las producciones eléctricas anuales ha alcanzado más del 50%. Las energías hidroeléctrica, eólica y solar fotovoltaica han alcanzado niveles de potencia global instalada de 30, 42 y 28 GW, respectivamente, en 2011. Esto indica que ha dado comienzo una transición en el sector eléctrico. Es una realidad que África Occidental tiene un potencial considerable de energías renovables. El desafío estriba en cómo utilizar dicho potencial para satisfacer la futura demanda eléctrica.

Aunque la región está dotada de ricos recursos de combustibles fósiles, ello no ha ayudado a resolver el problema del acceso energético. Nigeria es un ejemplo de ello: se han venido produciendo y exportando ingentes cantidades de petróleo y gas desde hace décadas pero, aún hoy, la propia población del país solo tiene un acceso muy limitado a la electricidad. El suministro de la red eléctrica no puede satisfacer la demanda y abundan los apagones. Ello, unido al bajo coste del diésel, ha dado como resultado la utilización generalizada de generadores diésel de energía eléctrica. Pero este combustible

diésel se importa y subvenciona por el gobierno. La carga que supone para el presupuesto nacional ha alcanzado unos niveles insostenibles. A principios de 2012, los esfuerzos realizados para reducir las subvenciones a los productos derivados del petróleo dieron lugar a un malestar generalizado. Lo que muestra que una economía basada en los combustibles fósiles no implica necesariamente seguridad energética.

El problema puede solucionarse con una mayor utilización de energías renovables. La generación de energía eléctrica con diésel es una de las opciones energéticas más caras, normalmente alrededor de 40 centavos de dólar por kWh a precio de mercado. La mayor parte de las opciones de electricidad renovable son mucho más baratas. Muchas tecnologías de producción de electricidad a partir de energías renovables son descentralizadas y no se enfrentan a las mismas dificultades de planificación que las de combustibles fósiles y plantas nucleares que solo resultan baratas a escala de cientos de megavatios, lo que requiere inversiones enormes en una red de transmisión. Las comunidades, familias y pequeños empresarios pueden soportar la carga de tales inversiones en energías renovables cuando los gobiernos no lo hacen.

La planificación del sector eléctrico es compleja. La oferta debe satisfacer la demanda en cualquier momento o se producirán apagones en el sistema eléctrico. Los modelos de sistemas energéticos que incluyen la cadena de oferta y demanda de energía se han usado desde hace varias décadas para ayudar a los responsables políticos a entender una realidad compleja. Tales herramientas ayudan a identificar las mejores opciones en el mix energético para el suministro en décadas venideras. Toman en cuenta las características del capital existente, las proyecciones de la futura demanda energética y las características tecnológicas de las diferentes opciones de suministro. El modelo MESSAGE es una de tales herramientas. Es una herramienta genérica de programación informática lineal que puede utilizarse para elaborar sistemas energéticos. Uno de dichos modelos ha sido empleado por la International Renewable Energy Agency (IRENA) para el análisis del papel de las tecnologías renovables en el suministro eléctrico, en el conjunto del mercado eléctrico de la CEDEAO. El modelo se elaboró en un trabajo previamente realizado por la International Atomic

Energy Agency (Agencia Internacional de Energía Atómica). Este modelo se perfeccionó considerablemente para mejorar su utilización con el fin de planificar las energías renovables. Las siguientes mejoras lo hacen mucho más adecuado para evaluar opciones de energías renovables:

- Las proyecciones de demanda fueron actualizadas según las últimas proyecciones (CEDEAO, 2011).
- La demanda se ha dividido en demanda rural, urbana e industrial, en aras de una mejor representación del suministro eléctrico descentralizado y de la curva de carga.
- Se incluyeron los últimos datos sobre líneas de transmisión y subestaciones previstas y propuestas.
- Se han actualizado los potenciales de energías renovables, de acuerdo con nuevos estudios de evaluación de recursos.
- La base de datos de tecnologías se ha ampliado para reflejar de modo más exhaustivo el abanico de opciones de generación de electricidad renovable.
- Se han actualizado las características de las tecnologías para reflejar las últimas reducciones de costes de tecnologías de electricidad renovable.
- Se han incluido las últimas proyecciones de precios de combustibles fósiles. El suministro de gas para Nigeria, Costa de Marfil y Ghana se dividió en dos tipos: gas nacional y gas asociado. El gas asociado cuesta la mitad que el nacional y tiene un límite de producción anual calculado según información limitada disponible en el plan maestro.
- La opción de suministro nuclear se excluyó del análisis porque necesita una mayor investigación de los problemas técnicos, legales y económicos y se encuentra fuera del ámbito del presente estudio.

Se comparan dos escenarios:

- Un escenario de "situación sin cambios" (BAU-T, según sus siglas en inglés).
- Un escenario más favorable para las energías renovables, con más interconexiones de electricidad (EERR).

Los dos escenarios difieren en las percepciones sobre la futura evolución del coste de las tecnologías de energías renovables y el volumen de comercio permitido en el interior de la región y con África Central. El escenario favorable a las energías renovables supone políticas de apoyo activas. Una mayor proporción de contenido local y una más amplia difusión dan lugar a rápidas reducciones de costes. Las hipótesis de costes de inversión para los dos escenarios se toman de IRENA (2011b).

Tales escenarios se realizan a título ilustrativo. Las proyecciones de demanda, costes de financiación y precios de combustibles fósiles son ejemplos típicos de variables inciertas en las que deben garantizarse una mayor sensibilidad y análisis de escenarios antes de que se elaboren estrategias de inversión.

2. CARACTERÍSTICAS DE LAS TECNOLOGÍAS

La tabla 1 muestra la lista completa de tecnologías disponibles en la región y ofrece el coste de inversión *overnight* para el escenario (EERR) más optimista, así como el periodo de ejecución y la vida útil prevista. La reducción del coste de inversión se debe al aprendizaje tecnológico previsto por la mayor potencia instalada a nivel mundial en dichas tecnologías, junto con políticas de promoción de un mayor contenido local.

Para la generación de electricidad basada en combustibles fósiles, el coste del combustible es fundamental. Se prevé que aumenten los precios del diésel de 24 a 29 US\$ por GJ entre 2010 y 2030. Se prevé un incremento del gas suministrado por gaseoductos de 9 a 11 US\$/GJ en el mismo periodo. El gas local asociado resulta mucho más barato, subiendo de 4.5 a 9 US\$/GJ. El carbón vegetal nacional aumenta de 2,5 a 4 US\$/GJ, mientras que el importado es alrededor de un 30% más caro.

Según las suposiciones anteriores sobre evolución de costes, se realizó un análisis del coste normalizado de electricidad (LCOE, según sus siglas en inglés). Se calculó el LCOE para los dos escenarios arriba mencionados. Los resultados para ambos escenarios se muestran en las tablas 2 y 3 para el año de referencia y 2020. Los resultados se presentan, el LCOE para la central eléctrica, con y sin

costes normalizados de transmisión y distribución. Los costes de transmisión y distribución han de añadirse a algunas opciones eléctricas a gran escala que requieren líneas de transmisión y distribución. No se aplican en unidades de generación de electricidad descentralizadas o se reducirán considerablemente en tales supuestos. Asimismo, la electricidad descentralizada no se enfrenta a las mismas pérdidas de transmisión y distribución que la generación centralizada de electricidad.

TABLA 1
OPCIONES TECNOLÓGICAS Y COSTES DE INVERSIÓN, ESCENARIO
ENERGÍAS RENOVABLES

	OVERNIGHT 2010	OVERNIGHT 2015	OVERNIGHT 2020	OVERNIGHT 2030	PLAZO EJECUCIÓN	VIDA
	US\$/kW	US\$/kW	US\$/kW	US\$/kW	Años	Años
Diésel	1.070	1.070	1.070	1.070	2	25
Combustible pesado	1.350	1.350	1.350	1.350	2	25
TGCA	603	603	603	603	2	25
TGCC	1.069	1.069	1.069	1.069	3	30
Carbón supercrítico	2.403	2.403	2.403	2.403	4	30
Hidroeléctrica	2.000	2.000	2.000	2.000	5	50
Hidroeléctrica pequeña escala	4.000	3.804	3.618	3.272	2	50
Biomasa	2.500	2.260	2.043	1.847	4	30
Eólica a gran escala (25% FC)	2.000	1.808	1.634	1.335	2	25
Eólica a gran escala (30% FC)	2.000	1.808	1.634	1.335	2	25
Solar FV (empresas eléctricas)	2.000	1.631	1.474	1.267	1	25
Solar FV (tejado)	2.500	2.038	1.843	1.584	1	25
FV con batería	3.500	2.854	2.451	2.002	1	25
Solar térmica sin almacenamiento	3.000	2.576	2.329	1.903	4	25
Solar térmica con almacenamiento	5.400	4.637	4.086	3.338	4	25
Solar térmica con combustión conjunta de gas	1.388	1.320	1.288	1.225	4	25

NOTA: FC FACTOR DE CAPACIDAD; TGCC TURBINA DE GAS DE CICLO COMBINADO; TGCA TURBINA DE GAS DE CICLO ABIERTO.

Se distinguen tres tipos de consumidores en función de las infraestructuras de transmisión y distribución que se requieren:

- Industria pesada (por ejemplo, minería), que se conecta a la generación a alta tensión y, generalmente, requiere una pequeña infraestructura de transmisión y no necesita infraestructura de distribución.
- Residenciales, comerciales urbanos y pequeñas industrias, que están conectados a la generación a través de infraestructura de transmisión y distribución.
- Residenciales y comerciales rurales, que requieren una mayor infraestructura de transmisión y distribución.

En consecuencia, se supone que los costes de transmisión y distribución varían en función del segmento de mercado. Para consumidores industriales, urbanos y rurales se partió de la hipótesis de 1,5; 5 y 10 centavos de dólar/kWh. Se fijaron las pérdidas en el 7,15 y 20%, respectivamente, y se mantuvieron constantes con el tiempo. En cambio, las pérdidas medias en otros países están muy por debajo del 8%. Las pérdidas elevadas favorecen soluciones descentralizadas.

Los datos del coste normalizado de electricidad de la tabla 2 muestran que la energía hidroeléctrica es la opción más barata para los consumidores industriales que se conectan a alta tensión, seguida de cerca por ciclos combinados asociados a consumos eléctricos. Sin embargo, esta situación cambia en 2020 con la subida del precio del combustible. Para países que poseen carbón nacional, la producción de carbón es la siguiente opción más barata, pero le sigue de cerca la energía eólica con elevados factores de capacidad. Luego sigue el gas natural basado en gas importado y la generación de electricidad a partir de carbón importado. Le sigue la biomasa. La FV de gran dimensión y energía solar térmica son las siguientes opciones para países sin ningún otro recurso nacional.

La combinación óptima es diferente para las zonas rurales. Para los clientes rurales, la energía hidroeléctrica a pequeña escala sigue siendo la mejor opción, en aquellos lugares donde está disponible. Se prevé que la FV distribuida en tejado, con y sin batería, se convierta en la siguiente mejor opción para tales clientes en el escenario favorable a las energías renovables.

TABLA 2

COMPARACIONES DE COSTE NORMALIZADO DE ENERGÍA (LCOE) PARA 2020

LCOE US\$/MWh	RED	BAU-T	RE EERR	RE TND Ind	RE TND Urban	TND Rural
Diésel	0	326	326	326	326	326
Combustible pesado	1	208	208	238	295	360
TGCA	1	154	154	180	231	292
TGCC	1	98	98	120	165	222
TGCC gas asociado	1	69	69	89	131	187
Carbón supercrítico	1	104	104	127	173	231
Carbón supercrítico nacional	1	89	89	110	154	211
Hidroeléctrica	1	62	62	82	123	178
Hidroeléctrica a pequeña escala	0	102	102	102	102	102
Biomasa	1	104	104	127	173	231
Eólica a gran escala (25% FC)	1	111	111	134	181	239
Eólica a gran escala (30% FC)	1	94	94	116	160	217
Solar FV (gran dimensión)	1	107	107	130	175	233
Solar FV (tejado)	0	159	159	159	159	159
FV con batería	0	201	201	201	201	201
Solar térmica sin almacenamiento	1	125	125	149	196	256
Solar térmica con almacenamiento	1	149	149	176	226	287
Solar térmica con combustión conjunta de gas	1	112	112	136	182	240

3. RESULTADOS DEL ESCENARIO

Está previsto que el suministro eléctrico crezca de 51 TWh en 2010 a 247 TWh en 2030 (se quintuplica) y a 600 TWh en 2050 (se multiplica por doce). Este enorme aumento de la demanda crea grandes oportunidades para el despliegue de tecnologías de energías renovables.

El mix de generación eléctrica con combustibles fósiles en 2030 incluye 94 TWh de gas y 18 TWh de carbón vegetal. El gas es, en su mayoría, gas asociado: un producto derivado del petróleo, de bajo coste. Este suministro de gas es exclusivo de aquellos países con una

importante producción de petróleo. Se están llevando a cabo importantes esfuerzos para aumentar el uso de dicho gas, parte del cual se quema actualmente. La producción de gas asociado cesa unos pocos años después de terminar la producción de petróleo.

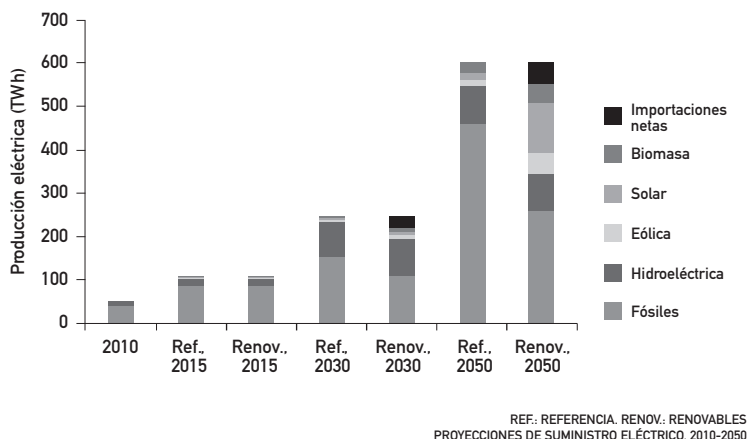
La cuota de energías renovables en la generación de electricidad era del 22% en 2010. En el escenario favorable a las energías renovables aumenta un 54% en 2030. Tres cuartos de este suministro de electricidad renovable en 2030 lo compone la energía hidroeléctrica regional, completada con energía hidroeléctrica importada de África Central. Al haber más comercio en este escenario, la cuota de energía hidroeléctrica (dentro de la región) y energía hidroeléctrica importada de África Central aumenta con respecto a BAU-T. Las energías solar y de la biomasa comienzan a emerger en 2030, pero las energías solar, eólica e hidroeléctrica importadas crecen considerablemente después de 2030. Mientras que las aportaciones de centrales eléctricas de combustibles fósiles dominan el periodo 2010-2020, la mayoría de las aportaciones de centrales eléctricas posteriores al periodo 2020-2030 se basan en energías renovables. Este resultado podría explicarse por el hecho de que los mejores recursos de energía hidroeléctrica estarán agotados después de 2030.

Sorprende que no se utilice más energía eólica ni solar antes de 2030. Los datos LCOE de la tabla 2 explican este resultado. En mercados rurales de electricidad las energías renovables son la opción preferida. Sin embargo, el tamaño del mercado es limitado. Las opciones centralizadas de electricidad renovable se enfrentan a los mismos costes elevados de transmisión y distribución que los combustibles fósiles. Además, en los mercados mayores, Nigeria y Costa de Marfil, se impone la generación de electricidad basada en gas asociado de bajo coste. La disponibilidad de este gas en las próximas décadas debe ser evaluada con mayor detalle. Cabe asimismo señalar que los escenarios no han incluido precios de CO₂. El análisis de sensibilidad sugiere que, de incluirse precios de CO₂, la cuota de energías renovables crecería más, a expensas de los combustibles fósiles.

La figura 2 muestra la descomposición del mix de suministro eléctrico por país. El mix varía considerablemente. Pero también el nivel de la demanda eléctrica varía mucho. Solo Nigeria acapara el

FIGURA 1

PROYECCIONES DE SUMINISTRO ELÉCTRICO, 2010-2050



60% de la utilización total de electricidad, seguida de Ghana con alrededor del 10%. En Nigeria predomina la generación eléctrica basada en el gas, lo que explica la elevada cuota de gas para la región en su conjunto.

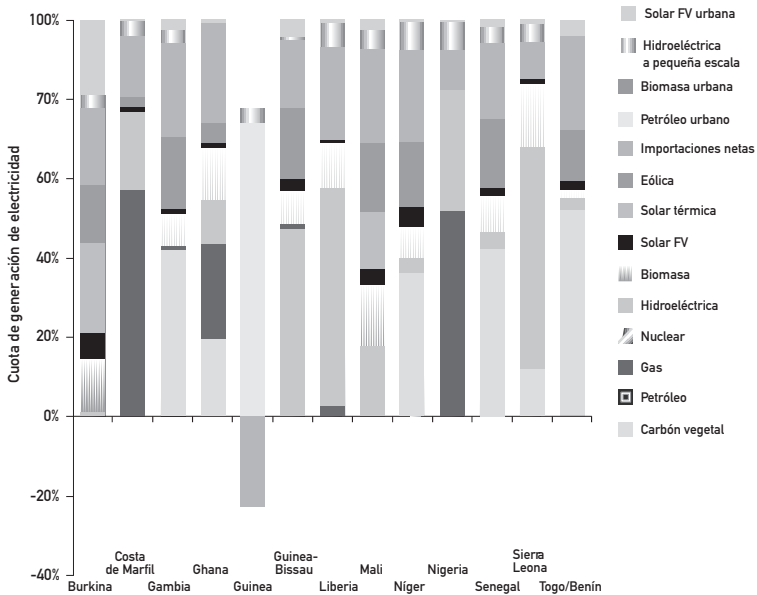
Los proyectos mineros previstos se incluyeron en este conjunto de simulaciones de modelos. Muchas de estas minas se hallan en regiones remotas sin acceso a la red, por lo que sus opciones de suministro eléctrico son limitadas y las energías renovables pueden jugar un papel importante en este mercado. Los resultados también sugieren una utilización reducida del carbón vegetal para la generación de electricidad. Se utiliza algo de carbón vegetal en las regiones costeras (carbón vegetal importado) y en Níger (que posee carbón vegetal nacional).

Los países interiores sin acceso a gas ni a carbón vegetal (Burkina Faso y Mali) invierten en varios niveles de energía solar térmica en todos los casos.

Guinea-Bissau es el único país que es un exportador neto de energía hidroeléctrica. Todos los demás países son importadores netos. Se importan grandes cantidades de energía hidroeléctrica de la región de África Central.

FIGURA 2

COMBINACIÓN MIX ELÉCTRICO DE CADA PAÍS, ESCENARIO EERR, 2030

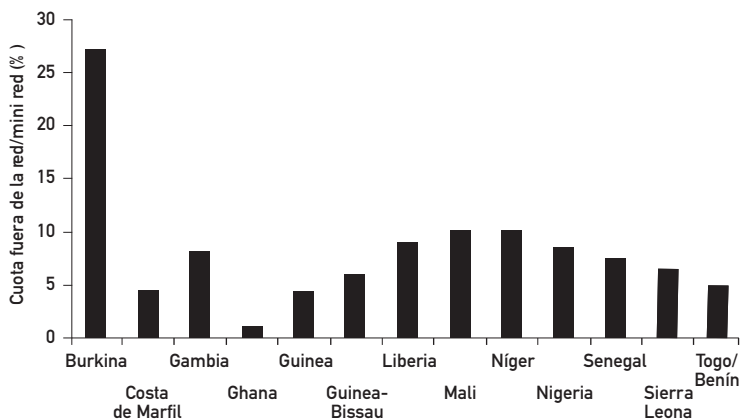


La figura 3 muestra el porcentaje de suministro eléctrico distribuido (representando sistemas sin conexión a la red y microrredes) en el suministro eléctrico total. Esta cuota es, por lo general, baja (por debajo del 10%), con la excepción de Burkina Faso donde alcanza el 25%. En consonancia con el bajo LCOE, la mayor parte de la demanda rural se satisface con energía hidroeléctrica a pequeña escala y FV (véase también la figura 2). No obstante, dicha demanda sigue siendo bastante reducida en todos los casos, por lo que la participación general continúa siendo bastante baja.

Los resultados dependen de las hipótesis y se necesita un análisis más exhaustivo para identificar los parámetros clave y desarrollar estrategias sólidas. La herramienta se encuentra disponible para que los responsables políticos de la región realicen análisis de

FIGURA 3

**PARTICIPACIÓN DEL SUMINISTRO ELÉCTRICO DESCENTRALIZADO
EN EL SUMINISTRO ELÉCTRICO TOTAL, 2030**

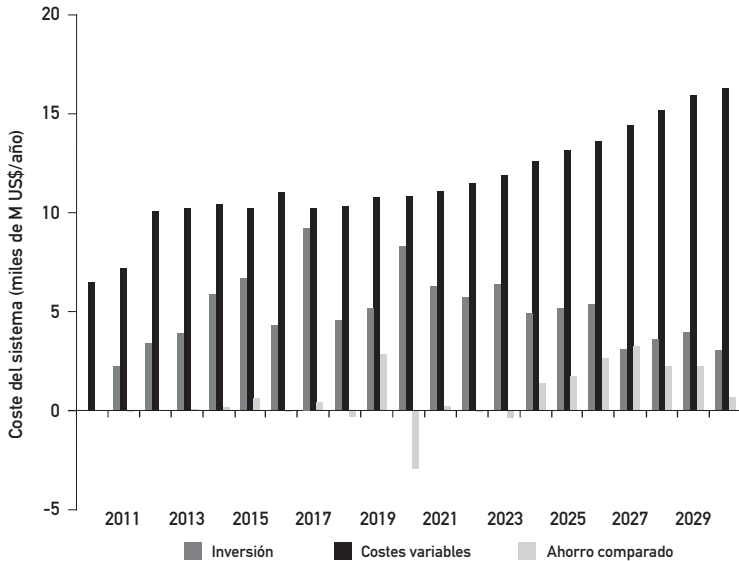


futuros escenarios. Se ha previsto un programa extensivo con responsables políticos del sector eléctrico de la región para analizar con más detalle los resultados. Luego se llevarán a cabo actuaciones de divulgación destinadas a la difusión de este modelo para la planificación energética de la región.

La figura 4 muestra los costes totales no descontados del sistema, incluyendo inversión, funcionamiento y mantenimiento, así como los costes de combustible para el escenario de energías renovables. Las diferencias en los costes totales para los dos escenarios pueden interpretarse como un ahorro debido al marco de políticas para permitir más comercio en la región y con África Central, así como a importantes reducciones en los costes de inversión de tecnologías de energías renovables. La figura refleja la evolución de este ahorro. Los principales ahorros se producen en el periodo 2020-2030. La reducción total de costes del sistema asciende a 15.100 MUS\$, sin descuento, y 2.700 MUS\$, al aplicarse un tipo de descuento del 10% por futuros ahorros.

FIGURA 4

COSTE DEL SISTEMA EN EL ESCENARIO ENERGÍAS RENOVABLES, 2010-2030



4. CONCLUSIONES

Se elaboró una versión actualizada de un modelo del sistema de suministro eléctrico conjunto de la CEDEAO en MESSAGE. Esta herramienta posee importantes características adicionales, en comparación con las versiones anteriores de los modelos de la región, como una mejor representación de los mercados urbanos y rurales, la última tecnología y los datos de costes de electricidad renovable, así como una mejor representación del gas asociado. Se presentan los resultados de dos escenarios elaborados: un escenario de “situación sin cambios” (BAU-T) y un escenario favorable a las energías renovables. Con un mayor comercio en el escenario de energías renovables, la cuota de energía hidroeléctrica (dentro de la región) y energía hidroeléctrica importada de África Central aumenta en relación con BAU-T. Con políticas activas de apoyo para fomentar cuotas más elevadas de

contenido local y niveles superiores de desarrollo que dan lugar a reducciones rápidas de costes. Las energías solar, eólica y de biomasa empiezan a emerger en 2030, pero las energías solar y eólica crecen considerablemente después de 2030. Los resultados indican que las energías renovables pueden jugar un papel importante en el futuro suministro energético de África Occidental. En 2030, hasta un 54% del suministro eléctrico se basará en energías renovables. El mix energético óptimo varía según el país. Predomina la expansión de la red pero las soluciones sin conexión a la red y microrredes también desempeñan su papel.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] CEDEAO, 2011. *Revision du Plan Directeur des Moyens de Production et de Transport d'Energie Electrique de la CEDEAO. Economic Community of West African States.*
- [2] IRENA, 2011a. *Abu Dhabi communique on renewable energy to accelerate Africa's development.* www.irena.org
- [3] IRENA, 2011b. *Scenarios and Strategies for Africa.* Paper presented at IRENA - Africa high-level consultations on partnership for accelerating renewable energy up take for sustainable development. www.irena.org
- [4] IRENA, 2012a. *Prospects for the African power sector.* www.irena.org
- [5] IRENA, 2012b. *Prospects for the West African power supply.* En curso de elaboración.

AUTORES

Dolf Gielen. Director de IRENA Innovation and Technology Centre (Centro de Innovación y Tecnología de IRENA), Bonn, Alemania.

Bruno Merven. Investigador principal, Universidad de Ciudad del Cabo, Ciudad del Cabo, Sudáfrica.

Asami Miketa. Analista superior del IRENA Innovation and Technology Centre, Bonn, Alemania.

www.irena.org

MARCO REGULATORIO E INCENTIVOS PARA LAS ENERGÍAS RENOVABLES

SOFÍA MARTÍNEZ
IDAE

RESUMEN

Las energías renovables tienen el potencial de jugar el papel fundamental de suministrar energía sostenible, incluso a poblaciones en crecimiento de países en vías de desarrollo que, hasta ese momento, no han tenido acceso a la energía. Las tecnologías pueden tener costes competitivos, siempre y cuando la evaluación incluya costes externos y beneficios y se eliminen las subvenciones a energías convencionales. Muchos países están procediendo a la liberalización y reestructuración de sus sistemas energéticos y su sector industrial. La tecnología de energías renovables se está desarrollando rápidamente alrededor del mundo gracias a una serie de mecanismos económicos de apoyo, pero todavía se encuentra lejos de alcanzar su máximo potencial debido a diversos obstáculos que impiden su implantación. Se necesita una combinación de instrumentos políticos y financieros eficientes y eficaces, una infraestructura técnica y normativa adecuada, procedimientos administrativos claros y eficientes, concienciación pública y aceptación, investigación y desarrollo para la innovación y que las nuevas tecnologías entren en el mercado a precios competitivos, así como un

equipo de profesionales para diseñar, construir, manejar y mantener los sistemas. El desarrollo de marcos legales, reglamentarios y económicos innovadores que fomenten el desarrollo y despliegue de fuentes de energías renovables para aprovechar mejor el capital privado y los conocimientos cambiará el futuro mix energético global, optando por fuentes más limpias, sostenibles y seguras.

Palabras clave: energías renovables, barreras, incentivos, políticas, marco regulatorio.

1. INTRODUCCIÓN: LA NECESIDAD DE POLÍTICAS DE APOYO A LAS FUENTES DE ENERGÍAS RENOVABLES (FER)

Las tecnologías de energías renovables (TER) son todavía recientes en el sistema energético global. Se enfrentan a una lucha difícil contra las tecnologías de suministro de energía convencionales (petróleo, carbón, gas, nuclear, etc.) ya consolidadas. El paso de los combustibles fósiles a las fuentes de energías renovables (FER) está llevando a los gobiernos a estimular la expansión de estas últimas, a través de una serie de subvenciones y otros sistemas de apoyo financiero. El presente artículo estudia los principales marcos regulatorios y mecanismos de apoyo económico utilizados alrededor del mundo.

Pese al importante abaratamiento de los costes de las tecnologías renovables y a su crecimiento en los últimos años, las energías renovables aún se enfrentan a múltiples obstáculos y necesitarán algo más que financiación pública y privada para funcionar a gran escala. La experiencia de numerosos países demuestra que, sin la creación de un marco legal y reglamentario favorable, las fuentes de energías renovables estarán condenadas a seguir siendo un reducido nicho de mercado. Los estudios sugieren que el desarrollo futuro del mercado depende enormemente de las barreras administrativas, del acceso a la red y del riesgo de cambio de políticas [1].

Incluso contando con programas correctamente concebidos de apoyo a las energías renovables, los trámites burocráticos y

obstáculos administrativos o dificultades de acceso a la red eléctrica pueden impedir el desarrollo del mercado. Por consiguiente, la reducción de barreras económicas, técnicas, legales y administrativas es una condición previa esencial para el desarrollo de las energías renovables [2].

Los costes relativos a la integración de las energías renovables, ya sea para electricidad, calefacción, refrigeración, combustibles gaseosos o líquidos, dependen del contexto, del lugar y son generalmente difíciles de determinar [3]. Las políticas de apoyo a las energías renovables tienen el objetivo de reducir las barreras a su desarrollo, implantando la igualdad de condiciones, haciendo que las energías renovables sean competitivas en costes, iniciando el desarrollo de una industria local y de un mercado de estas, protegiendo el medio ambiente y la salud humana, así como diversificando el mix energético y aumentando la independencia energética y el acceso global a la energía. Estas políticas deberían proporcionar un apoyo inicial que permita a las energías renovables competir de modo independiente con las fuentes convencionales. El apoyo a las energías renovables puede llevarse a cabo mediante la creación de un marco regulatorio favorable y con programas e incentivos de apoyo directo, así como poniendo en marcha medidas encaminadas a limitar el uso de los combustibles fósiles (por ejemplo, reduciendo el apoyo a las energías convencionales, a menudo muy subvencionadas e internalizando los costes externos que actualmente paga la sociedad).

Desgraciadamente, no hay un marco regulador o plan de apoyo perfectos para todas las FER y todos los países. La decisión de qué políticas elegir para el desarrollo de las FER depende de muchos factores (por ejemplo, precios actuales de mercado, reducción prevista de los costes de las FER, presupuesto disponible, demanda energética, recursos locales...). Hay que adaptar una combinación de herramientas políticas a la tecnología concreta y a la situación nacional específica. Esta combinación de políticas necesita evolucionar con la tecnología. El diseño adecuado y el control del sistema de apoyo adoptado son todavía más importantes. En este sentido, la funcionalidad, estabilidad y continuidad del sistema de políticas de apoyo elegido son rasgos esenciales a tener en cuenta [4].

2. MARCO REGULATORIO

En un sentido muy amplio, la regulación tiene como finalidad garantizar la competencia adecuada y la eficacia económica, así como paliar la desigualdad o deficiencias del mercado. Debe ser apropiada en aquellos casos en que sea necesario proteger a los consumidores o al medio ambiente. Entre los diversos retos reglamentarios se encuentran los siguientes [1] [2]:

- Falta de planeamiento energético a largo plazo, carencia de objetivos de FER.
- Procedimientos administrativos ineficaces (gran número de autoridades competentes, falta de coordinación entre ellas, falta de transparencia, plazos prolongados, etc.).
- Estructuras de mercado no preparadas para las FER.
- Insuficiente toma de consideración de las energías renovables en la ordenación territorial.
- Complejos procedimientos de concesión de permisos y de recursos legales.
- Falta de participación de las partes interesadas en la toma de decisiones.
- Falta de experiencia de quienes toman las decisiones.
- Complejos trámites de acceso a la red y conexión.

Así, los gobiernos han de involucrarse en el desarrollo de energías renovables porque los mercados, por sí solos, suelen ser incapaces de integrar a las FER. Los mercados de energía tienen numerosas barreras institucionales y subvenciones a largo plazo para los combustibles y equipamientos convencionales que impiden el desarrollo de las FER. Los gobiernos pueden imponer un amplio abanico de políticas que afectan tanto a los precios de las energías fósiles como a los de las renovables, a través de reformas de subvenciones e impuestos, por ejemplo, que apoyen el desarrollo de mercado de las FER. El apoyo a las energías renovables resulta esencial, no solo para incorporar los costes externos (medioambientales, sociales y de seguridad) de la producción y consumo de energía, sino para contar con los múltiples beneficios relacionados

con las energías renovables (diversificación del mix energético, menor dependencia energética externa, menor riesgo de volatilidad del precio del combustible, medio ambiente más limpio y mejor salud, creación de empleo, desarrollo económico, etc.). Planes de incentivos adecuadamente diseñados ayudarán a solventar la diferencia de costes entre las energías renovables y las convencionales. A principios de los años noventa, solo unos pocos países contaban con políticas de apoyo a las energías renovables, pero en los inicios de 2011, alrededor de 118 países habían aprobado algún tipo de objetivo político o política de apoyo relacionada con las energías renovables [5].

Las energías renovables deben constituir una parte esencial del planeamiento energético si queremos que sean parte importante de la combinación energética. Y, según la Agencia Internacional de la Energía, el diseño de las políticas debería contemplar algunos puntos clave [6]:

- Supresión de las barreras económicas y no económicas, incluyendo problemas de aceptación social de las FER.
- Diseño de un marco de apoyo predecible, estable y transparente para que las FER atraigan inversiones y reduzcan riesgos.
- Para fomentar y supervisar la innovación tecnológica, los incentivos a las FER deberán disminuir a lo largo del tiempo, impulsando la competitividad de las FER en el mercado. Los incentivos habrán de ser acordes con la tecnología y basados en el grado de madurez tecnológica.

Resulta primordial la temprana consideración de las FER en el diseño de las reformas del sector energético y no una vez culminadas estas. La experiencia muestra que la liberalización del sector energético tiene el potencial de atraer inversión privada y Productores Independientes de Energía (PIEs) al mercado, lo que resulta fundamental para el desarrollo de las FER. Resulta igualmente recomendable incluir objetivos obligatorios de FER en el planeamiento de políticas, en lugar de objetivos orientativos, para así reforzar la confianza de la industria y estimular la intervención gubernamental (por ejemplo, los objetivos 20-20-20 de la Unión Europea establecidos por el

“paquete de medidas integradas sobre la energía y el cambio climático”¹).

Las mejores prácticas a nivel mundial muestran que una entidad única e independiente llamada organismo regulador de la energía, competente en materias esenciales como imposición de tarifas, concesión de licencias y control, resulta fundamental para el desarrollo de un sector energético liberalizado que lleve a un despliegue óptimo de las FER [7]. La regulación de las FER no debe centrarse exclusivamente en cuestiones reglamentarias tradicionales como precio y calidad, sino en el contexto más amplio en el que se desarrollan y promueven las energías renovables. El marco regulador acertado normalmente:

- Se realiza a largo plazo y es consistente; incluye un mecanismo de pago seguro y predecible (estabilidad).
- Facilita acceso justo y abierto a las FER.
- Es transparente y sencillo e incluye costes de transacción reducidos.
- Incluye investigación y desarrollo y fomenta la capacidad (institucional y técnica).
- Tiene en consideración objetivos de desarrollo socioeconómicos y a largo plazo.
- Fomenta la generación distribuida de pequeña potencia y la aprobación de normativa que incentive la producción de FER por el consumidor (medición neta).
- Acuerdos de compra de energía (ACE) para FER.
- Códigos de red para asegurar su acceso.

3. INCENTIVOS PARA LAS ENERGÍAS RENOVABLES

La intervención gubernamental incluye normalmente incentivos para los productores de FER y sus inversores, así como obligaciones y algunas medidas políticas no vinculantes. La doctrina indica que los objetivos a largo plazo para las FER y la flexibilidad para aprender de la experiencia son indispensables para conseguir implantaciones importantes y económicamente eficientes de las

FER [4]. Los planes de apoyo óptimos son aquellos basados en las mejores prácticas y en las lecciones aprendidas, prosperando así, de manera constante, el diseño de las políticas (más efectivo que cambiar de política). Se recomienda también mantener la financiación del plan de apoyo fuera del presupuesto gubernamental (sin efectos de cambios en el diseño de las políticas o asignación de presupuestos).

Además de atraer suficiente capital a los proyectos de FER, los retos de los responsables políticos incluyen minimizar el coste de las políticas de apoyo a las FER. Los incentivos para fomentar las FER son múltiples y variados y están dirigidos a todos los sectores y tecnologías de uso final (electricidad, calefacción y transporte). Sin embargo, la mayor parte de las políticas de desarrollo de energías renovables se centran en el sector de la electricidad. Estas políticas pueden incluir incentivos fiscales como ayudas a la inversión y créditos fiscales, financiación gubernamental como préstamos a bajo interés, normativas como Feed-in-Tariff (FiT), cuotas o medición neta, ayudas y fondos directos para la investigación y el desarrollo, asistencia en la elaboración de mapas de recursos, fomento del sector del voluntariado, etc. Estos posibles mecanismos de apoyo no se excluyen mutuamente y su eficacia varía enormemente según el país o región y el tipo de FER que se fomenta [2] [4] [7] [8].

3.1. INCENTIVOS PARA ELECTRICIDAD RENOVABLE (FER-E)

Como se muestra en el siguiente cuadro, los incentivos para FER-E pueden clasificarse en cuatro categorías generales resultantes de hacer referencias cruzadas del periodo de tiempo en que se puede llevar a cabo la intervención gubernamental y el concepto regulado por el gobierno. En general, los tipos de mecanismos de apoyo aplicados con mayor frecuencia para una elevada penetración de electricidad renovable son las Feed-in-Tariff (FiT), los certificados verdes negociables (CVN) junto con cuotas obligatorias y licitaciones (véase cuadro más abajo). Para que todos los mecanismos funcionen correctamente, es importante que la electricidad renovable tenga conexión garantizada a la red y acceso preferente.

De no ser así, los operadores de los sistemas podrían no conectar o restringir los generadores renovables [8]. El mecanismo de apoyo adecuado de FER-E depende de la madurez de la industria de FER-E. De este modo, algunos planes son más apropiados para tecnologías menos maduras que otros.

FIGURA 1

DESCRIPCIÓN GENERAL DE LOS PLANES DE APOYO

	APOYO BASADO EN EL PRECIO	APOYO BASADO EN LA CANTIDAD
Basado en la inversión	Ayudas a la Inversión	Mecanismos de licitación
	Incentivos fiscales	
	Préstamos en condiciones favorables	
Basado en la producción	Feed-in-Tariff y primas	Mecanismos de licitación
	Acuerdos de Compra de Energía	Cuota obligatoria
	Medición neta	

3.1.1.1. FEED-IN-TARIFF

Las Feed-in-Tariff (FiT) aseguran un pago económico fijo por unidad de electricidad producida de FER. Las FiT deben ser lo suficientemente elevadas como para asegurar la recuperación a largo plazo de los costes en una determinada tecnología. Esta ayuda puede ser fija y el productor no participa en el mercado de electricidad (FiT fija), vendiendo la electricidad a través de una compra obligatoria, impuesta normalmente al operador del sistema. O bien, el productor obtiene el resto de sus ingresos de la venta de la electricidad en el mercado más una prima adicional a este precio (Feed-in Premium, FIP). Los sistemas FIP han mejorado la compatibilidad con el mercado de la electricidad comparados con las FiT, porque los generadores de FER reaccionan a las señales del mercado. Los modelos FIP pueden introducirse en combinación con otros sistemas, permitiendo, durante intervalos, cambiar del FIP al sistema alternativo. Por ejemplo, en España, los productores podían elegir cada año qué

sistema de apoyo, FiT o FIP, querían usar [9]. En ambos casos, los costes adicionales repercuten en los consumidores finales de la electricidad. Las siguientes características también pueden incorporarse al diseño FiT/FIP [10]:

- La tarifa se fija para un periodo de tiempo suficientemente largo, generalmente entre 10 y 30 años.
- Tarifas específicas para cada tecnología, evitando así que las tecnologías más baratas obtengan beneficios imprevistos.
- Las tarifas pueden incrementarse según las condiciones del lugar para evitar que los proyectos en los lugares más favorables obtengan beneficios inesperados.
- Puede utilizarse una tarifa fija o una regresión de la tarifa en función del tiempo, en el caso de nuevas instalaciones, para tener en cuenta el aprendizaje tecnológico y evitar una excesiva compensación.
- Tipo de prima: fija, tope y mínima (por ejemplo, España), deslizante (por ejemplo, “tope flexible” en Alemania).

Hasta el momento FiT y FIP han sido los planes de apoyo más eficientes y eficaces para fomentar las FER-E.

3.1.2. CUOTAS OBLIGATORIAS

Las cuotas obligatorias, también llamadas “obligaciones de utilizar energías renovables o normas de la cartera de fuentes renovables” (NCR), imponen una parte mínima de energías renovables en el mix eléctrico total, para asegurar que una porción de la electricidad proviene de energías renovables, estableciendo un mercado aparte para estas obligaciones. Se otorgan certificados negociables por cada unidad producida de FER-E y comprada por aquellos obligados a aplicar la cuota de FER-E. Esta obligación puede imponerse a consumidores, minoristas o productores. Si la cuota obligatoria fijada es demasiado baja, o si la sanción es demasiado leve o no se ejecuta, entonces el valor de las FER-E en el mercado será bajo, generando un estímulo insuficiente para emprender nuevos proyectos de FER-E [10] [11].

3.1.3. LICITACIONES O SUBASTAS COMPETITIVAS

Mediante las licitaciones, el gobierno u otro organismo (por ejemplo, el regulador del mercado eléctrico) establece la potencia a instalar de FER durante un periodo determinado de tiempo al menor precio (oferta ganadora). Las ofertas, por lo general, especifican la potencia o la producción que van a alcanzar, el precio máximo por unidad de energía y pueden especificar tecnología o emplazamiento o incluir cuotas de producción local. Las partes, normalmente, firman un contrato a largo plazo (acuerdo de compra de energía). Se pueden estipular sanciones en caso de incumplimiento para evitar pujas injustificadamente bajas o incumplimiento de plazos por parte de los proyectos. Para evitar un desarrollo discontinuo de la industria de FER, se recomienda asegurar la continuidad a largo plazo y la previsibilidad de las convocatorias [10].

3.1.4. INCENTIVOS FISCALES Y OTROS INSTRUMENTOS

Tienen como finalidad fomentar las energías renovables a través de ayudas a la inversión, préstamos a bajo interés y diferentes medidas fiscales como, por ejemplo, deducciones fiscales o planes de amortización flexibles. Aunque pueden utilizarse como plan principal de apoyo, por ejemplo, para biocombustibles, en la mayor parte de los casos se emplean como un instrumento político adicional o medida suplementaria.

Pero no podemos olvidar que hay otros asuntos que afectan en gran medida a la efectividad del plan de apoyo y resultan esenciales para el desarrollo de las FER-E, como las políticas encaminadas a reducir las barreras administrativas y las de la red, o a mejorar el diseño de los mercados de energía, para acomodar las características de las FER-E, mediante un diseño más flexible e integrado. En la mayor parte de los supuestos, las FER se encuentran diseminadas geográficamente y, en ocasiones, están alejadas de los centros de consumo. Los costes derivados de la necesidad de fortalecer la red para acomodar las centrales de energía renovable, en especial, en el caso de fuentes intermitentes como la eólica o la solar fotovoltaica, se han convertido en una importante barrera técnica para el desarrollo

de las FER-E. Por ejemplo, según la Directiva sobre Energías Renovables [12], los países de la UE deben asegurar que los operadores de los sistemas de transmisión y distribución garantizan la transmisión y distribución de energías renovables y facilitan, en ambos casos, prioridad de acceso al sistema de la red (los generadores de electricidad renovables conectados tienen la certeza de que podrán vender y transmitir su electricidad) o acceso garantizado (asegurando que toda la electricidad proveniente de fuentes renovables vendida y objeto de apoyo tiene acceso a la red).

La introducción de una obligación de compra prioritaria es crucial en los planes de apoyo a las FER-E, de modo que la electricidad proveniente de FER se compre antes que la electricidad de otras fuentes. El mayorista habitual de electricidad debería estar obligado a comprar y transmitir la electricidad proveniente de las centrales de energía renovable elegibles, asegurando a los productores que cada unidad producida puede venderse, incrementando la seguridad de la inversión en FER y haciendo frente a la discontinuidad de las FER. Entre las demás barreras no económicas a las que hay que hacer frente para que los planes de apoyo sean efectivos se encuentran las siguientes:

- Ventanilla única para autorizaciones.
- Plazos de respuesta e índices de aprobación.
- Los trámites prolongados incrementan riesgos y costes.
- Orientaciones claras sobre los procedimientos de autorización.
- Áreas preestablecidas para un nivel previsto de potencia a instalar a partir de FER.
- Aumentar la capacidad de la red y facilitar la gestión de fuentes variables.
- Transparencia en los procedimientos de conexión a la red y en la distribución de costes.

3.2. INCENTIVOS PARA CALEFACCIÓN RENOVABLE (FER-C)

El diseño de políticas para calefacción renovable es distinto al de las de electricidad renovable debido a diferencias fundamentales entre el suministro de calor y electricidad. La naturaleza heterogénea de

los combustibles para calefacción supone que un grupo variado de empresas suministra al mercado. El sector de la demanda está igualmente fragmentado y resulta a su vez difícil de captar [13]. Los mecanismos de apoyo a la calefacción renovable no se han desarrollado tanto como los de la generación de electricidad. El escaso desarrollo del mercado de producción de FER-C, que contrasta con los sectores de la electricidad y el transporte, se justifica por la falta de un marco de apoyo estable para el fomento de las FER en el sector calefacción, a nivel europeo y, en parte, a nivel nacional durante los últimos diez años [11].

Existe un amplio abanico de distintos mecanismos, potencialmente capaces de apoyar la expansión de FER-C. Pueden clasificarse según su diferente enfoque de las barreras existentes [13]:

- Mecanismos económicos o fiscales. Los recursos de capital provienen, generalmente, de los presupuestos gubernamentales:
 - Subvenciones/mecanismos de inversión. Hasta la fecha, las subvenciones directas a los costes de capital para la compra de sistemas renovables de calefacción son el mecanismo financiero más generalizado en la OCDE para apoyar la calefacción renovable [8].
 - La contratación pública fomenta u obliga a la adopción de tecnologías de FER-C en edificios públicos.
 - Mecanismos parecidos a aquellos utilizados por las FER-E: mecanismo de cuota, mecanismo de tarifa o bonificación, mecanismo de licitación.
 - Instrumentos fiscales, impuestos y préstamos en condiciones favorables.
 - Apoyo a la investigación, al desarrollo y a proyectos de demostración.
- Mecanismos no económicos:
 - Empleo de obligaciones. Es el caso de las obligaciones solares adoptadas ya por diversos países, regiones y municipalidades alrededor del mundo. Por ejemplo, en 2006 el gobierno español adoptó el Código Técnico de la Edificación que obligaba a los propietarios de todos los edificios nuevos, y aquellos objeto de renovación, a cubrir entre un 30% y un 70% de su demanda

doméstica de agua caliente con energía solar térmica [14]. Antes surgieron las ordenanzas municipales sobre energía solar, en 2006 más de 70 municipalidades adoptaron ordenanzas similares. Estas obligaciones solares municipales seguirán en vigor, en tanto en cuanto son más restrictivas que la obligación nacional.

- Habilidades, educación y formación.
- Información, concienciación y fomento.

3.3. INCENTIVOS PARA LAS FER-TRANSPORTE

Los principales instrumentos políticos utilizados para estimular la demanda de biocombustibles son mandatos de mezcla de combustibles, subvenciones a biocombustibles y exenciones fiscales. El mandato obliga legalmente a los minoristas de combustibles a añadir un determinado porcentaje de biocombustibles al combustible tradicional. Actualmente, existen mandatos de mezcla de combustibles en 31 países a nivel nacional y en 29 estados/provincias alrededor del mundo. Las exenciones fiscales y subvenciones a la producción de combustibles existen en, al menos, 19 países [5]. En los últimos años también se ha prestado una mayor atención a la sostenibilidad de los biocombustibles y a la normativa medioambiental, especialmente, con la Directiva sobre Energías Renovables de la UE [12].

Las políticas de apoyo al desarrollo de los vehículos eléctricos (VE) también están comenzando, aunque tales políticas no exigen necesariamente que la electricidad utilizada por el VE sea renovable. Algunos países han anunciado objetivos que, en total, tendrán como resultado que más de 20 millones de vehículos con baterías eléctricas (VEs) estén en funcionamiento de aquí a 2020 [5]. Su desarrollo se encuentra íntimamente ligado al de las Redes Inteligentes y a iniciativas como Ciudades Inteligentes.

4. CONCLUSIONES

En los últimos años, las fuentes de energías renovables han cobrado importancia en los sistemas mundiales de energía, pero debemos intensificar nuestros esfuerzos para acelerar el desarrollo global de

las energías renovables. Las tecnologías de combustibles fósiles todavía están muy subvencionadas, distorsionando así el mercado en perjuicio de las EERR. Junto con otros retos, como el almacenamiento y capacidad de distribución de las energías renovables, ha sido casi imposible para estas competir con las tecnologías convencionales sin intervención reglamentaria (eliminar riesgos eliminando barreras). Un paso previo indispensable será la reducción de las subvenciones a los combustibles fósiles donde las haya, respetando siempre la dimensión social de la fijación de los precios de la energía. El nivel de apoyo requerido depende, en gran manera, de barreras no económicas y no estáticas al desarrollo de las FER, del diseño del sistema de apoyo y de los riesgos asociados para los inversores privados. Si se mantiene la financiación del plan de apoyo fuera del presupuesto gubernamental y se eliminan algunas barreras, se reducirán los costes asociados con los planes de apoyo y se acelerarán los proyectos de FER [11].

La experiencia muestra que el desarrollo del sector de las FER en diferentes países varía según sus políticas de incentivos. Solo aquellos países con fuertes objetivos obligatorios de FER, integrados en la planificación nacional de energía y con políticas de compromiso estables a largo plazo e incentivos de apoyo a las FER, han conseguido niveles óptimos de penetración de las FER y desarrollado una industria local fuerte. El plan de apoyo debe permanecer activo el tiempo suficiente para proporcionar horizontes de planificación estables y no debería cambiar durante la totalidad del proyecto. El perfeccionamiento de los planes de apoyo mediante pruebas prácticas y la mejora del diseño de los planes de políticas de apoyo existentes pueden ser más efectivos que cambiar de plan.

Al elegir y diseñar planes de apoyo e incentivos para las FER, resulta fundamental distinguir entre fuentes, utilización y tecnologías, asegurando el equilibrio entre el desarrollo de tecnologías de mayor coste y el desarrollo del potencial de tecnologías de menor coste a una velocidad adecuada. Los mecanismos de incentivos eficaces y los niveles de apoyo deben ajustarse a los costes de producción y de tecnología de las FER, basados en hipótesis realistas de los costes de inversión. El desarrollo de cada tecnología difiere de un país a otro, pero la situación del mercado global también tiene importantes

repercusiones en la elaboración de políticas nacionales. Por ello, aprender de la experiencia, intercambiar prácticas óptimas y compartir información tecnológica beneficiará a todos los actores involucrados en el fomento de las FER, eligiendo los medios mejor adaptados a sus circunstancias nacionales.

NOTA

1. En enero de 2008, la Comisión Europea propuso una legislación vinculante para alcanzar los objetivos establecidos por el Parlamento Europeo y el Consejo para diciembre de 2008, que se convirtió en ley en junio de 2009. El núcleo de las medidas integradas sobre la energía y el cambio climático incluye cuatro normas: una reforma y fortalecimiento del Sistema de Comercio de Emisiones (SCE); una "Decisión sobre esfuerzo compartido" reguladora de las emisiones de sectores no cubiertos por el UE-SCE; objetivos nacionales vinculantes para las energías renovables que, en conjunto, elevarán la cuota media de energías renovables en la UE a un 20% de aquí a 2020; un marco legal que fomente el desarrollo y la utilización segura de la extracción y almacenamiento del carbón.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] World Economic Forum, 2011. *Developing renewable energy capacity – addressing regulatory and infrastructure challenges in emerging markets*. World Economic Forum Scaling Up Renewables Initiative in collaboration with Price Waterhouse Coopers. April, 2011.
- [2] Klessmann., Klessmann, C., 2011. *Increasing the effectiveness and efficiency of renewable energy support policies in the European Union*, Thesis Utrecht University, Copernicus Institute for Sustainable Development and Innovation. Bochum, 2011.
- [3] Intergovernmental Panel on Climate Change, 2012. *Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation*. Special Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Technical Support Unit Working Group III. Potsdam Institute for Climate Impact Research (PIK). Cambridge University Press, 2012
- [4] Haas *et al.*, 2004. Haas, R., Eichhammer, W., Huber, C., Langniss, O., Lorenzoni, A., Madlener, R., Menanteau, P., Morthorst, P. E., Martins, A., Onizsk, A., Schleich, J., Smith, A., Vass, Z., Verbruggen, A., *How to promote renewable energy systems successfully and effectively*. Energy Policy, 2004, vol. 32, issue 6, pp. 833-839.
- [5] REN21, 2011. *Renewables 2011 Global Status Report*. REN21 Secretariat. Paris, 2011.
- [6] International Energy Agency. 2008. *Deploying renewables. Principles for effective Policies*. In support of the G8 Plan of Action. OECD/IEA. Paris, 2008.
- [7] USAID, 2011. *Encouraging renewable energy development: A handbook for international energy regulators*. The United States Agency for International Development (USAID), the National Association of Regulatory Utility Commissioners (NARUC) and Pierce Atwood LLP, 2011.

- [8] *International Energy Agency*, 2011. Renewable energy policy considerations for deploying renewables. Information Paper. OECD/IEA. Paris, 2011.
- [9] *Boletín Oficial del Estado*, 2007. Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial. Madrid, 2007.
- [10] ECOFYS, 2008, de Jager, D., Rathmann, M. *Policy instrument design to reduce financing costs in renewable energy technology projects*. ECOFYS by order of the IEA Implementing Agreement on Renewable Energy Technology Deployment (RETD). Utrecht, 2008.
- [11] Ragwitz *et al.*, 2011. Ragwitz, M.; Held, A.; Breitschopf, B.; Rathmann, M.; Klessmann, C.; Resch, G.; Panzer, C.; Busch, S.; Neuhoff, K.; Junginger, M.; Hoefnagels, R.; Cusumano, N.; Lorenzoni, A.; Burgers, J.; Boots, M.; Konstantinaviciute, I.; Weöres, B., *D8 Report: Review report on support schemes for renewable electricity and heating in Europe*. A report compiled within the European research project RE-Shaping- Intelligent Energy Europe, ALTENER, January 2011.
- [12] *Official Journal of the European Union*, 2009. Directive 2009/28/EC of the European Parliament and of the Council of 23 April 2009 on the promotion of the use of energy from renewable sources and amending and subsequently repealing Directives 2001/77/EC and 2003/30/EC. Brussels, 2009.
- [13] Connor *et al.* 2009. Connor, P.; Bürger, V.; Beurskens, L.; Ericsson, K.; Egge, C. *Overview of RES-H/RES-C Support Options. D4 of WP2 from the RES-H Policy project*. A report prepared as part of the IEE project "Policy development for improving RES-H/C penetration in European Member States (RES-H Policy)". University of Exeter, May 2009.
- [14] *Boletín Oficial del Estado* 2006. Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación. Madrid, 2006.

AUTORA

Sofía Martínez, Departamento de Relaciones Internacionales, IDAE.

www.idae.es

POLÍTICA REGIONAL DE ENERGÍAS RENOVABLES EN LA CEDEAO

HYACINTH ELAYO, MARTIN LUGMAYR,
DAVID VILAR Y MAHAMA KAPPIAH
ECREEE

RESUMEN

La región de la CEDEAO se enfrenta a serios problemas de suministro de energía. A pesar de los abundantes recursos energéticos de sus 15 Estados miembros, el índice general de acceso a servicios energéticos modernos en la región es muy bajo. Esta situación obstaculiza las actividades socioeconómicas, la provisión de servicios sociales básicos, la reducción de la pobreza y la consecución de los Objetivos de Desarrollo del Milenio. Los Estados miembros de la CEDEAO reconocen que la consecución de los objetivos de acceso a la energía y seguridad energética requerirá una mayor utilización de energías renovables y una mayor eficiencia en el uso de la energía. Esto condujo a la adopción de políticas regionales sobre energías renovables y eficiencia energética por parte de los ministros de Energía de la CEDEAO en octubre de 2012. Tales políticas pretenden guiar los esfuerzos de la región para utilizar tecnologías y recursos de energías sostenibles. También contribuyen a la realización de los Objetivos de Desarrollo del Milenio y nacionales, así como de los tres objetivos definidos en la iniciativa Energía Sostenible para Todos: asegurar el acceso

universal a servicios energéticos modernos; duplicar el índice de mejora de la eficiencia energética; y duplicar la cuota de energías renovables en la combinación energética mundial. Este artículo presenta los elementos fundamentales de la política de energías renovables de la CEDEAO (EREP).

Palabras clave: CEDEAO, energías renovables, política.

1. INTRODUCCIÓN

Habida cuenta de la grave crisis energética existente en la Comunidad Económica de los Estados de África del Oeste (CEDEAO), los quince países miembros han expresado la necesidad de incluir las energías renovables y la eficiencia energética en sus políticas nacionales. En este contexto, los países han acordado aumentar la cooperación e integración regional para acelerar dicho proceso. Las directivas sobre energías renovables y eficiencia energética de la Unión Europea han mostrado que la integración regional puede ser una herramienta eficaz para catalizar las acciones necesarias a nivel nacional. En consecuencia, los Estados miembros de la CEDEAO crearon el ECOWAS Centre for Renewable Energy and Energy Efficiency (Centro para las Energías Renovables y la Eficiencia Energética de la CEDEAO) —ECREEE— en 2010. Como parte de su mandato, el Centro ha venido liderando el proceso de elaboración e implementación de la Política de Energías Renovables de la CEDEAO (EREP), preparada por el ECREEE con la asistencia técnica de Innovation Energie Développement (IED). El documento de política, preparado a partir de un exhaustivo estudio de base sobre energías renovables en la región de la CEDEAO, fue adoptado por los ministros de Energía de la CEDEAO en octubre de 2012.

2. LOS PROBLEMAS ENERGÉTICOS EN ÁFRICA OCCIDENTAL

El estado actual del sistema energético dificulta el desarrollo social, económico e industrial de toda la región. Los países se

enfrentan simultáneamente a los problemas interrelacionados de acceso a la energía, seguridad energética y mitigación del cambio climático. La escasez de electricidad en zonas urbanas y la falta de acceso a servicios energéticos modernos, asequibles y fiables en zonas rurales se encuentran interrelacionados con una serie de problemas económicos, sociales, medioambientales y políticos.

2.1. POBREZA ENERGÉTICA

En hipótesis de “situación sin cambios” —sin importantes inversiones adicionales— la pobreza energética y sus consecuencias en la economía y la sociedad seguirán siendo un problema fundamental de la región de la CEDEAO en 2030. África Occidental, con alrededor de 300 millones de habitantes, equivalente aproximadamente a un tercio de la población total de África, tiene uno de los índices de consumo de energías obtenidas a partir de tecnologías actuales más bajo del mundo. Existen grandes desigualdades en los precios e ingresos de energía entre zonas urbanas y rurales y entre los distintos grupos sociales, un fenómeno que se da en muchos países en vías de desarrollo. Los pobres de zonas urbanas y rurales de África Occidental gastan proporcionalmente una mayor parte de sus ingresos en servicios energéticos de poca calidad, y las clases más acomodadas en servicios de mejor calidad. Mientras que las zonas urbanas tienden a utilizar energías más eficientes (por ejemplo, electricidad, carbón, queroseno, etc.), las zonas rurales siguen recurriendo a la biomasa tradicional para satisfacer sus necesidades energéticas de cocina e iluminación.

En 2009-2010, se calculó que casi 175 millones de personas no tenían acceso a la electricidad. De ellos, un 25% vive en zonas urbanas y un 75%, en zonas rurales. En algunos países, menos del 10% de la población rural tiene acceso. Las hipótesis más optimistas estiman que un 75% de la población tendrá acceso a la red eléctrica de aquí a 2030. Con ello todavía quedarían sin acceso casi 150 millones de habitantes y un 58% de las localidades de la región de la CEDEAO. Si esta tendencia continúa, la región estaría lejos de conseguir el acceso universal a la energía.

El sector privado no se ha visto atraído a invertir en electricidad en zonas rurales debido al bajo consumo de electricidad, a la reducida capacidad y falta de voluntad de pagar y a los costes elevados de la producción del diésel. En consecuencia, la mayoría de los gobiernos ha puesto en marcha Agencias de Electrificación Rural o Fondos de Electrificación Rural para promover la electrificación rural descentralizada. Sin embargo, debido a la carencia de conocimientos técnicos y financieros, no han sido capaces de tener demasiado impacto hasta el momento.

Entretanto, teniendo en cuenta la situación energética general, la biomasa tradicional (leña y carbón vegetal) representa la mayor parte del consumo energético final, llegando a alcanzar hasta un 70-85% en algunos países. Aunque se realizan esfuerzos para promover el uso de gas licuado del petróleo en zonas urbanas, el carbón vegetal ha seguido siendo el combustible básico utilizado en dichas áreas; se prefiere el carbón vegetal a la leña por su mejor combustión y bajos costes de transporte en comparación con la leña, pero su conversión a partir de leña es ineficiente. La población rural utiliza leña en cocinas tradicionales. Por lo tanto, el crecimiento de la población y la urbanización están teniendo graves consecuencias en el medio ambiente forestal y la sabana boscosa, lo que demanda estrictas medidas paliativas. La utilización de combustibles de madera también está repercutiendo gravemente en la salud y calidad de vida de la población rural y urbana, especialmente de las mujeres y niños.

2.1.1.1. ÍNDICE DE ACCESO ACTUAL EN LA REGIÓN DE LA CEDEAO

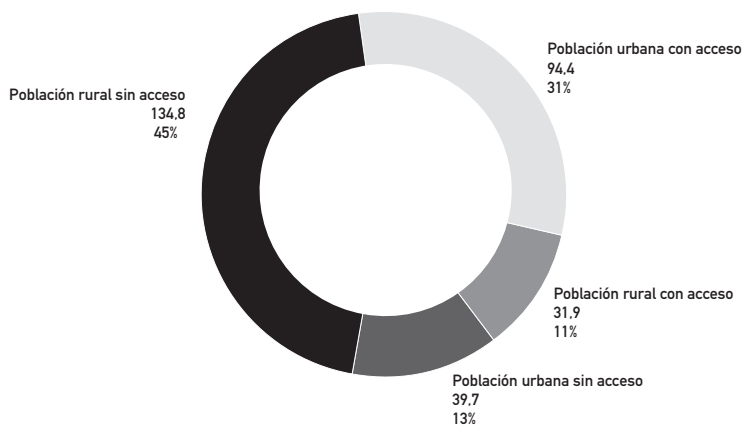
El estado actual de la situación de acceso a la energía se resume en los gráficos de las páginas siguientes. Están basados en datos del informe del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) sobre Acceso General a la Energía en la región de la CEDEAO —PNUD Dakar - Proyecto Regional sobre Pobreza Energética—, 2011, con la corrección de algunos errores fácticos y de compilación; por ejemplo, el índice nacional de acceso de Mali es de un 28% en vez de un 17% y el índice regional de acceso a la electricidad es de un 42% en lugar de un 27%.

FIGURAS 1

ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN DE ACCESO A LA ELECTRICIDAD EN LA CEDEAO

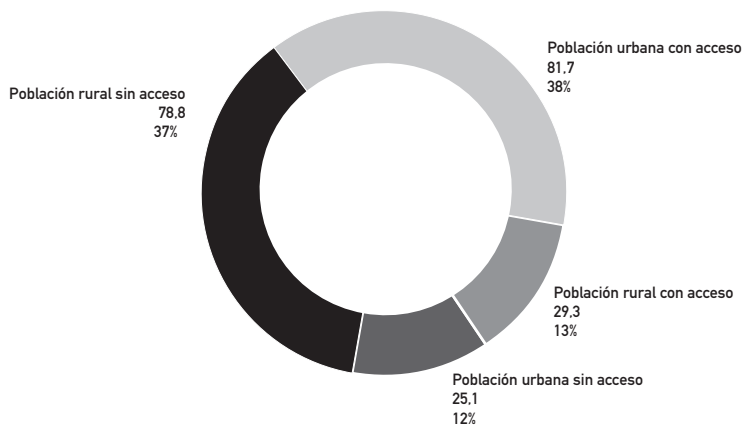
1.1. SITUACIÓN DEL ACCESO EN LA CEDEAO, 2009

300,7 millones de habitantes

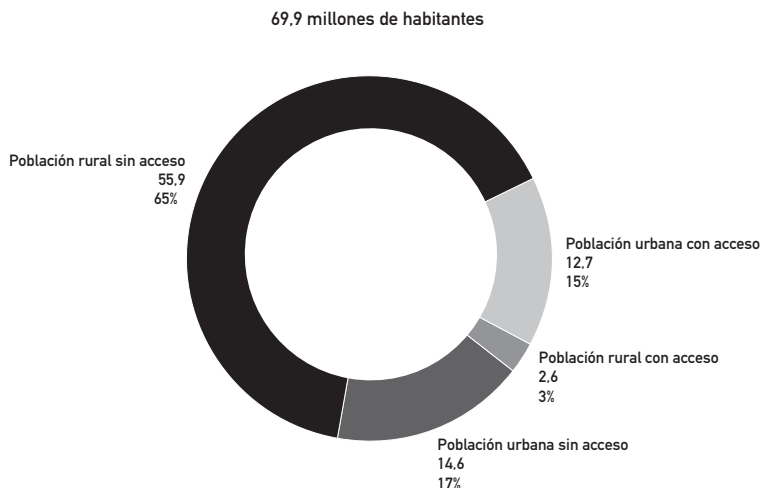


1.2. SITUACIÓN DEL ACCESO EN NIGERIA, GHANA, COSTA DE MARFIL, SENEGAL Y CABO VERDE, 2009

230,8 millones de habitantes



1.3. SITUACIÓN DEL ACCESO EN LOS OTROS PAÍSES DE LA CEDEAO, 2009



En la región de la CEDEAO, el 19% de la población rural tiene acceso, principalmente los grandes centros rurales y algunas localidades bajo las líneas eléctricas. Y el 81% de su población rural se queda sin acceso. Seis países ya tenían un índice de acceso considerable a la red eléctrica nacional en 2009, más del 30%. Son Cabo Verde (87%), Ghana (66,7%), Nigeria (50%), Costa de Marfil (47,3%) y Senegal (42%). En dichos países, 25,1 millones de población urbana y 78,8 millones de población rural carecían de acceso a la electricidad en 2009. En los 10 países restantes, solo una media del 18% de la población tiene acceso a la electricidad, en su mayoría en zonas urbanas (83%). Un 82% del total de la población carece de acceso, de los cuales el 80% habita en zonas rurales.

2.2. SEGURIDAD ENERGÉTICA

Los sistemas de electricidad de África Occidental se enfrentan a dificultades debido a la creciente brecha existente entre la demanda prevista, las capacidades de suministro existentes y la limitada capacidad inversora. Además, la intensidad energética y las pérdidas de electricidad durante la producción, transmisión y distribución son muy elevadas, lo que complica el problema. La escasez de electricidad ocasiona frecuentes apagones y desconexiones que generan considerables

costes sociales y económicos. La mayor dependencia de la importación de combustibles fósiles, su escasez y cambiantes precios constituyen graves motivos de preocupación para los países de África Occidental y demandan una diversificación de fuentes. En algunos países, incluso más del 90% de la producción eléctrica proviene del diésel o de combustibles pesados. En consecuencia, los precios fluctuantes y en continuo crecimiento del petróleo han tenido un efecto devastador en las economías de la región.

La estructura de las tarifas al consumidor a menudo no se ajusta a los costes. La tarifa media asciende a 13,6 c€/kWh, pero en algunos países es aún más elevada. Ello se debe, principalmente, a la creciente dependencia de producción basada en el petróleo. Los costes medios de explotación del diésel ascienden a 20,4 c€/kWh. Sin embargo, en casi todos los países de la región, las tarifas que se cargan para permitir el consumo de particulares, consumidores comerciales o industriales no permiten una plena amortización de gastos. Esto ha llevado a ofrecer electricidad muy subvencionada a diferentes consumidores, independientemente de sus ingresos. El problema de las elevadas tarifas de conexión tampoco se ha resuelto, lo que excluye de la red a muchas de las familias más pobres.

Los costes actuales de producción son elevados, en parte, debido a la dependencia del diésel y de los combustibles pesados cuyos precios se han visto incrementados, y de los que hay que importar una gran cantidad para la mayoría de los países menos importadores de petróleo de la región. Por consiguiente, las tarifas son o bien altas o bien muy subvencionadas, gravando enormemente los presupuestos nacionales. En los servicios públicos a menudo abunda la mala capacidad de gestión, lo que da lugar a operaciones menos eficaces y a una viabilidad financiera incierta. Como tales servicios públicos siguen careciendo de capital, su capacidad de acceso a los mercados financieros para proyectos de mantenimiento y expansión sigue siendo muy limitada.

2.3. CAMBIO CLIMÁTICO

La toma en consideración del cambio climático supuso añadir otra preocupación más a la ya repleta agenda energética de la región de la CEDEAO. África Occidental solo es responsable de una fracción de

las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero derivadas de la energía. Sin embargo, el sector energético se verá considerablemente afectado por los costes de mitigación y adaptación del cambio climático en las décadas venideras. Los riesgos del cambio climático y la necesidad de suministro energético fiable y asequible para garantizar la seguridad energética y el acceso a la energía crean un dilema. Por un lado, se necesitan inversiones urgentes. Por otro, la expansión del suministro energético basado en tecnologías ineficientes de bajo coste de combustión de combustibles fósiles incrementará las emisiones de gases de efecto invernadero y los interrelacionados efectos negativos del cambio climático que afectan especialmente África Subsahariana. Las nuevas inversiones en infraestructuras energéticas tienen una larga vida útil y determinan las emisiones de gases de efecto invernadero para los próximos 20 a 30 años. Las consecuencias negativas del cambio climático (subida de la temperatura, fenómenos meteorológicos extremos y sequías) supondrán un reto para la seguridad energética de los países de la CEDEAO y deben incorporarse a la planificación de las políticas energéticas. Ello resulta especialmente importante en el caso de la energía hidroeléctrica, por los posibles cambios en el régimen de lluvias y caudal de los ríos.

3. ENTORNO NORMATIVO DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES

Las estructuras y marcos institucionales, reglamentarios, legales y de tarifas de energías renovables de la región son prácticamente inexistentes o han sido implementados de modo poco eficaz. Hasta la fecha tan solo hay unos pocos incentivos para que el capital privado invierta en el sector de las energías renovables en África Occidental. Las inversiones en proyectos de energías renovables se han llevado una parte importante de los fondos de la Ayuda Oficial al Desarrollo. Las historias de éxito de los productores independientes de electricidad se refieren, en su mayoría, a la producción de electricidad con gas natural. Si analizamos el panorama general, de la inversión total de 1.920 M€ para el sector energético de la CEDEAO, la inversión total en energías renovables equivale solo a

un 5% y la inversión de productores independientes de electricidad a un 3,5%. Los nuevos proyectos de energía eólica y solar a través de productores independientes de electricidad en Cabo Verde podrían ser los precursores del cambio. Los inversores quieren transparencia (fácilmente comprensible/abierto a todos), larga vida útil, certeza y consistencia. Tales marcos deberían desarrollarse.

4. CONTEXTO DE LA POLÍTICA DE ENERGÍAS RENOVABLES DE LA CEDEAO (EREP)

La Política de Energías Renovables de la CEDEAO (EREP) se ha elaborado dentro del contexto de varios marcos estratégicos e iniciativas de políticas energéticas regionales y mundiales recientes:

- El Libro Blanco de la CEDEAO sobre una Política Regional para Incrementar el Acceso a los Servicios Energéticos en las Áreas Periurbanas y Rurales de aquí a 2015.
- La iniciativa Energía Sostenible para Todos de las Naciones Unidas (SE4ALL).
- El Plan Maestro Revisado del WAPP para un mercado regional integrado de la energía.
- Iniciativa para las energías sostenibles UEMOA-IRED (Unión Económica y Monetaria de África Occidental-Iniciativa Regional para la Energía Sostenible).
- Iniciativas de energía solar y biomasa tradicional del CILSS (Comité Permanente Interestatal de Lucha contra la Sequía en el Sahel).

5. OPORTUNIDADES Y TENDENCIAS PROMETEDORAS

5.1. ELABORACIÓN DE POLÍTICAS NACIONALES DE ENERGÍAS RENOVABLES

Varios países han adoptado o se encuentran en proceso de elaboración de una política de energías renovables y una estructura institucional favorable. No obstante, solo algunos países han puesto en

marcha medidas concretas para implementar dichas políticas. La mayor parte de los países carecen de claros responsables en materia de implementación de políticas de energías renovables, y solo unos pocos cuentan con organismos especializados en esta área. También falta un mandato claro de promoción de las energías renovables. En general, la competencia en materia de energías renovables corresponde al Ministerio de Energía (Senegal creó un Ministerio de Energías Renovables pero la medida política fue revocada). Solo hay unos pocos casos que cuentan con Direcciones Generales distintas, pero la mayoría carecen de personal, fondos y organización adecuada. Con la excepción de Cabo Verde, Ghana y Nigeria, no existen autoridades reguladoras de energías renovables.

Cabo Verde ha sido, en general, el país pionero en hacer de las energías renovables una prioridad para el desarrollo del país. Tiene como objetivo alcanzar un 50% de penetración de las energías renovables en el mix energético, de aquí a 2020, y ha emprendido una serie de medidas encaminadas a su implementación (por ejemplo, la Ley de energías renovables y otros incentivos). Recientemente, Cabo Verde instaló 25,5 MW de parques eólicos conectados a la red y 7,5 MW de centrales de energía solar fotovoltaica conectadas a la red. Senegal, Ghana, Mali, Liberia, Guinea y Nigeria han elaborado políticas detalladas de energías renovables. Ghana y Senegal han aprobado leyes de energías renovables y están tramitando sistemas de Feed-in-Tariff. Liberia, Mali y Senegal han adoptado objetivos ambiciosos de energías renovables del 30%, 25% y 15% (de potencia instalada), respectivamente, de aquí a 2021, y Ghana y Nigeria del 10%, de aquí a 2020.

En este punto, debería mencionarse que, en países donde se adoptó una política de energías renovables, muy a menudo faltan los recursos financieros habilitados o la implementación sobre el terreno o no resultan adecuados para alcanzar los objetivos fijados. En consecuencia, algunos países no aprovechan sus recursos de energías renovables aunque estos sean más competitivos que opciones basadas en combustibles fósiles (diésel, combustibles pesados). Asimismo, en muchos países de la CEDEAO, el desarrollo de tecnologías de energías renovables se ve obstaculizado por la falta

de planificación energética global que incluya las energías renovables en una estrategia integral y de asignación de medios económicos para su implementación. Además, la electrificación rural se concibe, en demasiadas ocasiones, como una extensión natural, basada en la red, del plan nacional de electrificación, lo que deja poco margen para minirredes de menor coste y soluciones aisladas alimentadas con energías renovables. Las subvenciones a combustibles convencionales entorpecen el desarrollo de las energías renovables al constituir costes ocultos en la estructura de las tarifas eléctricas. Actualmente, países como Ghana han recortado las subvenciones.

TABLA 1

NIVEL DE INTEGRACIÓN DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES EN DOCUMENTOS DE POLÍTICA EN 2011

EERR y documentos de política	Benín	Burkina Faso	Cabo Verde	Ghana	Guinea	Guinea-Bissau	Costa de Marfil	Liberia	Mali	Níger	Nigeria	Senegal	Sierra Leona	Gambia	Togo
EERR/Política energética							nd								
EERR/Factura eléctrica												nd			
Política específica EERR															
Ley específica de EERR															

■ SI

■ Hasta cierto punto

□ No disponible

5.1.1.1. OBJETIVOS NACIONALES DE ENERGÍAS RENOVABLES

Hay ocho países de la CEDEAO que, por lo menos, han incluido objetivos de energías renovables a corto o largo plazo en sus políticas del sector energético/eléctrico.

- Cabo Verde es el país que va a la cabeza en cuanto al desarrollo de energías renovables, con un objetivo de penetración de energías renovables del 50 % en el mix eléctrico general de aquí a 2020. El objetivo del 25 % de penetración de energías renovables se alcanzó en 2012, como estaba previsto. Cabo Verde tiene, pues, el índice más elevado de penetración de energías renovables per cápita

- de la región de la CEDEAO. Otros países también han adoptado objetivos: Senegal con un 15% de penetración de energías renovables de aquí a 2020; seguido de Ghana y Mali con un 10% de penetración de energías renovables de aquí a 2020 y 2022, respectivamente; y Nigeria (10% de la capacidad eléctrica instalada de aquí a 2020) y Costa de Marfil con un 5% de penetración de energías renovables de aquí a 2015. En algunos casos, se han adoptado objetivos muy ambiciosos como, por ejemplo, Liberia con un 30% de penetración de energías renovables de aquí a 2015.
- Hay cinco países que, actualmente, no tienen fijados objetivos de electricidad renovable: Guinea-Bissau, Burkina Faso, Sierra Leona, Togo y Gambia. Sin embargo, estos países están desarrollando activamente proyectos de energías renovables, como en Burkina Faso (fotovoltaica y biocombustibles), Togo (eólica), Sierra Leona (hidroeléctrica a pequeña escala) y Gambia (eólica y biocombustibles). Gambia aprobó su proyecto de ley de energías renovables en diciembre de 2012; se prevé que se convierta en ley a principios de 2013.

5.1.2. DOCUMENTOS DE POLÍTICAS NACIONALES

En general, las políticas nacionales de los países de la CEDEAO se siguen centrando en las fuentes convencionales de producción de energía. Habida cuenta de los crecientes precios de los combustibles fósiles (máximo alcanzado por el precio del petróleo en 2008) y la preocupación internacional por el cambio climático, algunos de los países de la CEDEAO han comenzado a elaborar políticas nacionales de energía que hacen más hincapié en las energías renovables y la eficiencia energética. Sin embargo, en la mayoría de los países, las políticas y objetivos no se traducen en medidas concretas en forma de leyes, reglamentos, asignaciones presupuestarias o incentivos. Además, en la mayor parte de los casos no existe una política y estrategia clara de incorporación de las energías renovables. Algunas de las políticas se elaboran de modo inadecuado y, a menudo, carecen de base técnica. Los países de la CEDEAO pueden dividirse en tres grupos de políticas:

- El grupo pionero de la CEDEAO se refiere a países que han adoptado con éxito políticas de energías renovables y están avanzando en su implementación. En este grupo tan solo estaría incluido actualmente Cabo Verde. El gobierno ha adoptado un objetivo ambicioso de un 50% de penetración de energías renovables en el mix energético total de aquí a 2020. Para alcanzar dichos objetivos, el gobierno también elaboró y aprobó un plan de inversiones en energías renovables “Cabo Verde 50% Renovable en 2020” que incluye una cartera de proyectos prioritarios (principalmente de energía eólica y fotovoltaica). Además, el gobierno adoptó en 2011 una ley de energías renovables que obliga a la empresa nacional de servicios públicos a permitir que los productores independientes de electricidad inyecten electricidad en la red y a comprar la electricidad inyectada. Hasta la fecha no han establecido el Feed-in-Tariff y los precios de venta se negocian en acuerdos de compra de energía. Las viviendas privadas que inyectan electricidad en la red tienen la posibilidad de que la electricidad inyectada se les deduzca de la siguiente factura de electricidad (balance-neto).
- Un segundo grupo de la CEDEAO incluye países que, hoy en día, están haciendo un esfuerzo por elaborar, adoptar o implementar una política de energías renovables: Senegal, Ghana, Mali, Liberia, Guinea y Nigeria cuentan con una detallada política de energías renovables a nivel nacional/presidencial. No obstante, la adopción de políticas de energías renovables es solo el primer paso. La implementación efectiva de la política requiere un esfuerzo continuo considerable. En la actualidad, solamente Ghana y Senegal han aprobado una ley de energías renovables. La política de Ghana también prevé el establecimiento de un sistema de Feed-in-Tariff. Las tarifas para las diferentes tecnologías son actualmente objeto de negociación. En Nigeria, la Nigerian Electricity Regulatory Commission (Comisión Reguladora de Electricidad Nigeriana) —NERC— también está elaborando un marco reglamentario para la promoción de la producción de energía basada en energías renovables en Nigeria.
- Un tercer grupo de la CEDEAO está formado por los países donde las energías renovables no son el objetivo, pero se mencionan

como herramienta de diversificación del mix energético para reducir la dependencia de combustibles o incrementar el acceso a servicios energéticos a partir de tecnologías actuales en zonas rurales. Estos países se enfrentan, generalmente, al problema de escasez recurrente de suministro de energía y, desgraciadamente, se centran en el desarrollo de su sistema energético convencional (que, en algunos casos, resulta más caro que la opción de energías renovables).

5.2. POTENCIAL DE ENERGÍAS RENOVABLES

Existe un enorme potencial, técnica y económicamente viable, para el desarrollo de las energías renovables en África Occidental. Tales recursos son abundantes y están bien distribuidos entre los países.

- El potencial eólico se concentra en las zonas costeras (Cabo Verde, Senegal, Gambia y, posiblemente, Ghana, Mali y Nigeria). Los estudios generales de viabilidad eólica solo ofrecen información general sobre el potencial. Se necesitan mediciones y estudios específicos del lugar para verificar la variación estacional del régimen de vientos y determinar la viabilidad económica del potencial.
- El potencial hidroeléctrico a pequeña escala está situado principalmente, pero no exclusivamente, en la parte sur de la región (Costa de Marfil, Ghana, Guinea, Guinea-Bissau, Liberia, Togo y Sierra Leona), mientras que el recurso solar abunda en las regiones norteafricanas (Níger, Burkina Faso y la parte norte de Ghana y Nigeria).
- Con la excepción de Cabo Verde y las áreas del Sahel de Mali, Burkina Faso y Níger, los recursos de biomasa están bien distribuidos por la región, con un potencial propicio en la zona meridional. Dentro de los recursos de biomasa conviene distinguir: 1) los recursos de biomasa dispersos provenientes de subproductos agrícolas, cuya recogida y transporte en grandes cantidades suele ser costosa, por lo que pueden utilizarse a nivel local, y 2) los recursos concentrados en los lugares agroindustriales como la cáscara de arroz, de la semilla de algodón, de cacahuètes y anacardos, serrín, estiércol y boñigas en lecherías o mataderos, que pueden constituir

un verdadero recurso de cogeneración. En la misma categoría se encontrarían los residuos urbanos.

- Finalmente, el recurso solar es especialmente favorable en las zonas desiertas del norte de la región de la CEDEAO en Mali y Níger, y en la parte noreste de Nigeria, con un potencial de 1.700 kWh/instalados kWp/año. Las áreas costeras de Liberia, Costa de Marfil, Ghana y Nigeria no se benefician en la misma medida de este recurso, con un potencial medio de 1.200 kWh/instalados kWp/año. En el resto de las áreas, el potencial medio es de alrededor de 1.500 kWh/kWp/año.

Según los datos recopilados, se presenta una matriz indicativa en la tabla 2 que muestra una posible contribución de los recursos energéticos potenciales de cada país. Esta matriz indica el tipo de recursos disponibles y su cuota.

TABLA 2

CLASIFICACIÓN INDICATIVA DE RECURSOS DE ENERGÍAS RENOVABLES POR PAÍSES

	Eólica	FV	Hidroeléctrica pequeña escala	Biomasa
Benín	10%	20%	50%	20%
Burkina Faso	0%	60%	30%	10%
Cabo Verde	90%	10%	0%	0%
Costa de Marfil	0%	10%	50%	40%
Gambia	60%	30%	0%	10%
Ghana	25%	35%	30%	10%
Guinea	0%	20%	50%	30%
Guinea-Bissau	0%	20%	40%	40%
Liberia	0%	10%	50%	40%
Mali	10%	30%	30%	30%
Níger	30%	50%	0%	20%
Nigeria	10%	30%	30%	30%
Senegal	70%	10%	0%	20%
Sierra Leona	0%	10%	60%	30%
Togo	0%	20%	50%	30%
Minas	0%	30%	70%	0%

La suma del potencial por país es 100%. 0% indica que el recurso no está disponible o no es viable económicamente, como ocurre, por ejemplo, con la biomasa y la energía hidroeléctrica a pequeña escala en Cabo Verde. Tres países tienen un buen potencial eólico (Senegal, Gambia y Cabo Verde) y los recursos eólicos están, pues, bien clasificados en dichos países.

A países como Mali y Nigeria, que tienen una distribución igual de sus recursos de energías renovables, se les da una clasificación media del 30% para tres recursos (solar, biomasa e hidroeléctrica) y una clasificación del 10% para la energía eólica porque el viento es más intermitente en comparación con los otros recursos. Aún cuando existe un recurso solar importante en el norte de Mali, no puede ser explotado por completo porque se necesitarían largas líneas de transmisión para transportar al sur la energía producida. Sin embargo, puede utilizarse este recurso para abastecer a las grandes ciudades del norte de Mali.

La línea "Minas" muestra que cuatro países con un gran potencial minero (Guinea, Liberia, Sierra Leona y Guinea-Bissau) pueden aprovechar sus potenciales de energías renovables para satisfacer la demanda energética de sus respectivas industrias mineras, situadas en lugares remotos lejos de la red nacional. Las dos fuentes principales son, por orden de prioridad, la hidroeléctrica a pequeña escala y la solar fotovoltaica. La demanda energética del sector minero oscila, normalmente, entre 30 y 150 MW.

Existe, pues, un potencial considerable para satisfacer las necesidades energéticas de la región, tanto conectadas a la red como no.

5.3. LAS ENERGÍAS RENOVABLES SE ESTÁN VOLVIENDO MÁS COMPETITIVAS

La tendencia del mercado indica, por un lado, un descenso de los precios de las tecnologías de energías renovables y, por otro, un aumento de los precios de los combustibles fósiles. Las reducciones correspondientes a la energía solar fotovoltaica se muestran en el gráfico siguiente y la reducción de precios de todas las tecnologías de energías renovables se prevé dentro de los próximos 20 años.

La expansión de la generación de energía a partir de "nuevas energías renovables" ofrece la oportunidad de complementar el escenario de

comercio energético regional del West African Power Pool —WAPP— (Consortio de Electricidad de África Occidental). Los países de la CEDEAO pueden sacar partido de sus fuentes de energías renovables locales, dependiendo de su situación individual y de la competitividad de las tecnologías de energías renovables disponibles. El Plan Maestro divide la región de la CEDEAO en tres grupos de países asignándoles diferentes papeles:

- a) Países con potencial para un suministro autosuficiente: es el caso de Senegal, Costa de Marfil, Ghana, Nigeria, Togo/Benín y Níger después de 2020 (en tal fecha se prevé una mayor producción térmica basada en el carbón). También es el caso de Cabo Verde.
- b) Países con continua dependencia de importaciones de energía: Gambia, Guinea-Bissau, Mali y Burkina Faso. Níger importará energía para satisfacer alrededor de 1/3 de sus necesidades eléctricas hasta 2021, después será un excedente que podrá exportar.
- c) Países con potencial para convertirse en exportadores de energía a partir de 2018: es este el caso de Guinea, Sierra Leona, Liberia y, en menor medida, Costa de Marfil y Níger a partir de 2021. La producción hidroeléctrica ocasionará un pequeño coste marginal de electricidad que puede constituir una barrera para otras opciones de energías renovables como, por ejemplo, la biomasa u opciones hidroeléctricas a pequeña escala.

5.4. INVERSIÓN DEL SECTOR PRIVADO

A nivel mundial y también en los países en vías de desarrollo, la inversión en energías renovables está en aumento. Aunque existen pocos actores e inversores en África Occidental, hay un interés incipiente por parte del sector privado que hay que capitalizar poniendo en marcha una política adecuada y estable y marcos reglamentarios facilitadores.

5.4.1. RAZÓN DE SER DE LA EREP

La EREP, junto con la Energy Efficiency Policy —EEEP— (Política de Eficiencia Energética) de la CEDEAO responde a la grave crisis

energética de la región de la CEDEAO. Los países se enfrentan, simultáneamente, a los problemas de pobreza energética, seguridad energética y mitigación del cambio climático. La situación se caracteriza, especialmente, por:

- Un amplio volumen de demanda no servida (entre 7 y 10 TWh de 2006 a 2010).
- En general, un acceso pobre a la electricidad (un 40% de media, pero menos del 20% en muchos países), un déficit incluso más pronunciado en las zonas rurales.
- Un suministro de combustibles de madera no sostenible que ya no satisface la creciente demanda, lo que acarrea la sobreexplotación de los recursos madereros y la deforestación en algunos países.

Dado que la región está dotada de un gran potencial de recursos de energías renovables y que las energías renovables se acercan a la paridad con la red en algunas circunstancias, la región de la CEDEAO se encuentra hoy en el umbral de un nuevo concepto de suministro energético regional basado en el grueso de la producción de energía, generado y distribuido por el West African Power Pool (WAPP), y una contribución importante proveniente de opciones de energías renovables financiadas por el sector privado y por bancos privados. Además, algunos Estados miembros de la CEDEAO ya han elaborado políticas y estrategias de energías renovables y la EREP desea sacar provecho de estos países de primera línea.

Por consiguiente, la EREP pretende garantizar una mayor utilización de fuentes de energías renovables como la energía solar, eólica, hidroeléctrica a pequeña escala y bioenergía para el suministro eléctrico a la red y para la provisión de acceso a servicios energéticos en zonas rurales. El escenario de la EREP complementará otras fuentes importantes de producción de energía convencionales (por ejemplo, hidroeléctrica a gran escala y gas natural). La política se centra, primordialmente, en el sector de la electricidad, pero también considera algunas cuestiones adicionales sobre la utilización de calor en el sector energético doméstico y la producción potencial de biocombustibles. La incorporación de una política basada en la paridad de géneros tiene como objetivo la promoción

de la creación de empleo y el desarrollo empresarial a través de la cadena de valor de las tecnologías de energías renovables (por ejemplo, fabricación, instalación y construcción, explotación y mantenimiento).

La EREP tiene en cuenta los esfuerzos ya desplegados por el WAPP a través del surgimiento de un mercado energético regional y el proyecto PREDAS (Programa Regional de Promoción de las Energías Domésticas y Alternativas en el Sahel) para los países de CILSS, en especial:

- Para la energía eléctrica: el objetivo es satisfacer los déficits actuales a corto plazo en el suministro eléctrico nacional, incorporando opciones de energías renovables en la perspectiva a largo plazo y promoviendo el acceso en zonas rurales.
- Para la energía de la madera: el objetivo radicará en los aspectos tecnológicos con impactos positivos importantes en los bosques (cocinas mejoradas y carbonización) y en la concienciación.
- Para biocombustibles: la política pretende sacar provecho de los logros de algunos países (Mali, Ghana, Burkina Faso y Senegal).

6. VISIÓN DE LA EREP

La visión de la EREP consiste en asegurar que una cuota amplia y creciente de los suministros y servicios energéticos de los Estados miembros provenga de la utilización oportuna, fiable, suficiente, menos costosa y asequible de fuentes de energías renovables, permitiendo con ello:

- El acceso universal a la energía de aquí a 2030.
- Un abastecimiento más sostenible y seguro de servicios energéticos domésticos para cocinar, alcanzando así los objetivos del Libro Blanco para el acceso a servicios energéticos modernos, de aquí a 2020.

El escenario de energías renovables de la EREP se complementa a la perfección con la estrategia de suministro energético del

WAPP y con los suministros nacionales convencionales, ambos como una contribución importante al grueso de la producción energética y como una contribución predominante al acceso universal a la energía en zonas rurales. Las energías renovables pueden convertirse en motores potenciales del desarrollo industrial y la creación de empleo y conducir a los Estados miembros de la CEDEAO por la senda de una mayor paridad de géneros hacia la “economía verde”. La EREP creará vínculos fuertes y sinergias con las actividades propuestas por la Energy Efficiency Policy (EEEP) de la CEDEAO.

7. LOS OBJETIVOS DE LA EREP

La EREP establece tres grupos de objetivos: para aplicaciones de energías renovables conectadas a la red; para aplicaciones aisladas y sin conexión a la red; y para “aplicaciones domésticas de energías renovables”:

TABLA 3
OBJETIVOS PARA ENERGÍAS RENOVABLES CONECTADAS A LA RED

Capacidad instalada en MW	2010	2020	2030
Opciones de energías renovables de la EREP en MW	0	2.425	7.606
Opciones de energías renovables de la EREP en % de carga punta	0%	10%	19%
Penetración total de energías renovables (incl. hidroeléctrica a mediana y gran escala)	32%	35%	48%
En GWh	2010	2020	2030
Opciones de energías renovables de la EREP - producción en GWh	0	8.350	29.229
Opciones de energías renovables de la EREP - % de demanda energética	0%	5%	12%
Producción total de energías renovables (incl. hidroeléctrica a mediana y gran escala)	26%	23%	31%

TABLA 4
OBJETIVOS PARA APLICACIONES SIN CONEXIÓN A LA RED

Opción menos costosa	2010	2020	2030
Cuota de población rural abastecida con energías renovables sin conexión a la red (minirredes y aisladas) en %		22%	25%

TABLA 5

OBJETIVOS PARA APLICACIONES DOMÉSTICAS Y BIOCOMBUSTIBLES

Opción menos costosa	2010	2020	2030
Biocombustibles (1ª generación)			
Etanol como parte del consumo de gasolina	5%	15%	
Biodiésel como parte del consumo de diésel y fuel	5%	10%	
Cocinas mejoradas - % de población	11%	100%	100%
Cuota de producción eficiente de carbón veg. - %		60%	100%
Uso de nuevos combustibles alternativos para cocinar (ej. GLP) - % de población	17%	36%	41%
Tecnologías de captadores solares térmicos para agua caliente sanitaria y precalentamiento de agua caliente en procesos industriales:		Mínimo 1	Mínimo 1
• Sector residencial (precio de casas terreras nuevas superior a 75.000 €)		Sistema instalado	Sistema instalado
• Centros de salud de distrito, maternidades, cocinas de colegios e internados		25%	50%
• Industrias agroalimentarias (precalentamiento de agua de proceso)		10%	25%
• Agua caliente sanitaria para hoteles		10%	25%

8. ESTRATEGIA DE IMPLEMENTACIÓN DE LA EREP

La EREP pretende ser el catalizador que convierta la visión y los objetivos identificados y cuantificados en medidas concretas y realidades. Sin embargo, los países miembro de la CEDEAO definirán cada uno sus propias estrategias respectivas para alcanzar los objetivos regionales.

La estrategia de la EREP se basa en cinco principios rectores fundamentales:

1. *Subsidiariedad*: debe aplicarse durante la implementación de la política. La EREP solo intervendrá en actuaciones regionales cuando estas puedan aportar un valor añadido a las actuaciones nacionales. Los papeles de las instituciones nacionales y regionales en el proceso de la EREP se definirán de modo preciso.
2. *Enfoque participativo*: promoción de un enfoque basado en involucrar a los usuarios finales en la definición de las opciones técnicas y organizativas. Ello se llevará a cabo mediante la creación, cuando sea necesario, de un foro de partes interesadas nacionales para el

sector privado y la sociedad civil, junto con los funcionarios nacionales de los ministerios, empresas de servicios públicos y autoridades reguladoras competentes. Su función consistirá en ofrecer asesoramiento durante la elaboración de las políticas nacionales de energías renovables y garantizar el seguimiento de su implementación.

3. *Optimización del uso de los recursos económicos disponibles:* la movilización de recursos económicos requerirá una mezcla de Ayuda Pública al Desarrollo (multilateral y bilateral), financiación pública nacional y financiación privada. Ello se llevará a cabo buscando complementariedades entre las fuentes de financiación regionales y nacionales y dando prioridad a las soluciones de "alto impacto/bajo coste".
4. *Promoción de las asociaciones público-privadas:* estas asociaciones cubrirán aspectos técnicos, sistemas de gestión, recaudación de fondos y asunción de riesgos financieros. Resulta esencial que los actores públicos (Estado, organismos públicos, administraciones locales, etc.) y los privados (empresarios nacionales y locales, instituciones financieras, asociaciones y cooperativas, ONGs, etc.) estén movilizados. Esto conllevará el establecimiento de los marcos normativos adecuados y un entorno transparente basado en incentivos.
5. *Apoyo a la igualdad de género:* en el contexto de la implementación de la EREP se realizará un esfuerzo por incluir las cuestiones de género. Se aplicarán enfoques participativos.

Además de lo arriba citado, la estrategia se implementará mediante un enfoque multisectorial, asegurando que se tienen en cuenta todas las necesidades, así como la sostenibilidad económica de las soluciones escogidas que deberían respetar el principio de neutralidad tecnológica, por ejemplo, garantizando que solo se tomarán en consideración las soluciones menos costosas.

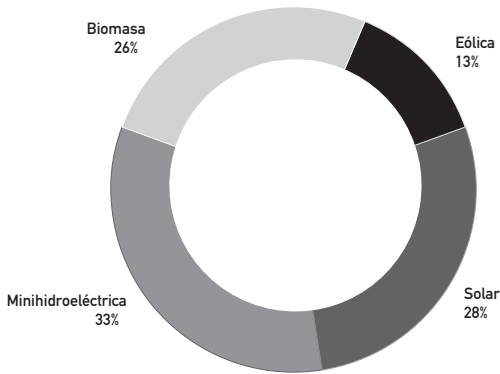
A nivel regional, la principal organización coordinadora para la implementación de la EREP es el ECREEE. El Centro trabajará codo con codo con sus homólogos de la CEDEAO —el WAPP y la Regional Electricity Regulatory Authority, ERERA (Autoridad Reguladora de Electricidad) de la CEDEAO—. El ECREEE coordinará la mayor

parte de sus actividades en colaboración con las National Focal Institutions —NFIs— (Instituciones Focales Nacionales) de los Ministerios de Energía de todos los países de la CEDEAO y una red de organismos de investigación regionales e internacionales, así como la comunidad empresarial.

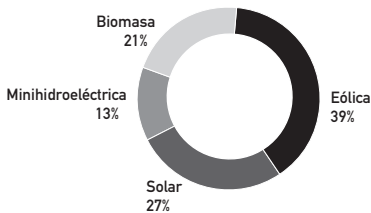
FIGURAS 2

DISTRIBUCIÓN DE TECNOLOGÍAS DE ENERGÍAS RENOVABLES EN LA REGIÓN DE LA CEDEAO

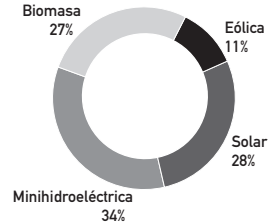
2.1. Distribución regional de las tecnologías de la EREP



2.2. Distribución de tecnologías de la EREP por potencia instalada. Estados miembros septentrionales



2.3. Distribución de tecnologías de la EREP por potencia instalada. Estados miembros meridionales



A nivel nacional, la implementación de la NREP (Política de Energías Renovables Nacional) conducirá al desarrollo de carteras de proyectos susceptibles de operaciones bancarias que pueden resultar atractivos para inversores privados e instituciones financieras para cumplir con los objetivos cuantitativos y cualitativos. Por último, el papel del sector privado (fabricantes, empresas suministradoras de servicios energéticos, inversores, etc.), del sector bancario y de la sociedad civil, incluyendo las universidades, centros de investigación, ONGs, fundaciones, asociaciones de consumidores, etc., será indispensable para el éxito de esta política.

Estos valores son indicativos y han sido utilizados para la elaboración de los escenarios de la EREP.

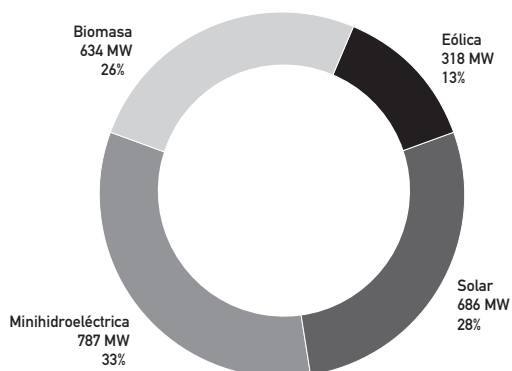
9. PROPUESTAS PARA CONEXIÓN A RED DE LA EREP

Se prevé la instalación de 2.424 MW de nuevas energías renovables de aquí a 2020 y 7.606 MW de aquí a 2030. La contribución posible de cada tecnología de energías renovables a los objetivos podría ser la siguiente: eólica 13%, solar 28%, hidroeléctrica 33% y biomasa 26% (tal y como se presenta en la figura 8). Hasta 2020, la tecnología solar se restringirá al uso de energía fotovoltaica que es más barata y fácil de implementar que la tecnología de energía solar concentrada. A partir de 2020, se propone 1.000 MW de energía solar concentrada con almacenamiento de energía, pues el coste de inversión está disminuyendo. En términos de energía producida, las diferentes tecnologías tienen distintos factores de capacidad, lo que supone que la producción por MW instalado puede variar entre 5.250 MWh/año para las plantas de biomasa, 3.900 MWh/año para la energía hidroeléctrica a pequeña escala, 2.600 MWh/año para la energía eólica y 1.600 MWh/año para la fotovoltaica.

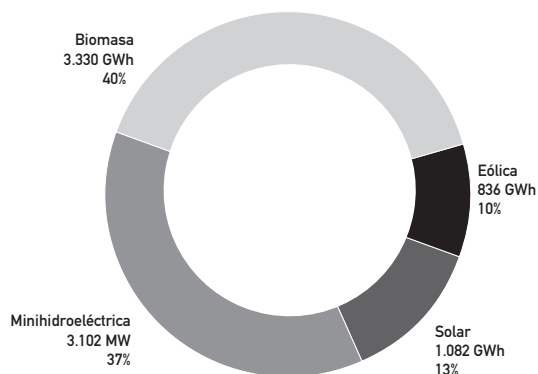
FIGURAS 3

ESCENARIOS CONECTADOS A LA RED DE LA EREP

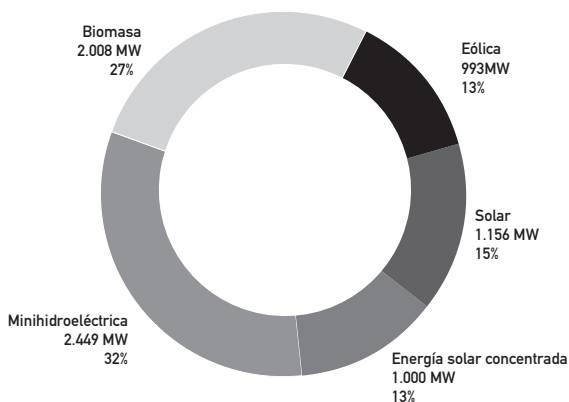
3.1. Potencia instalada de EERR en 2020,
2.424 MW



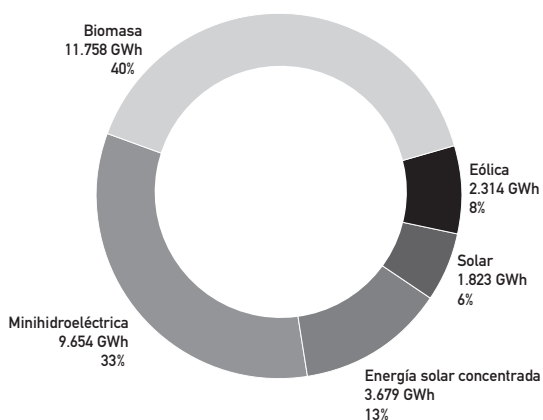
3.2. Generación de energía estimada a partir
de EERR 2020, 8.350 GWh



3.3. Potencia instalada de EERR en 2030,
7.606 MW



3.4. Generación de energía estimada a partir
de EERR 2030, 29.229 GWh



Se elabora un plan provisional de inversiones para el escenario de la EREP con el fin de evaluar la viabilidad económica de la propuesta. Como se ve en las figuras de abajo, en el caso de la inversión inicial, las tecnologías más baratas son los grandes aerogeneradores y la energía solar fotovoltaica (resulta distinto cuando se trata de la rentabilidad). En general, el precio de los aerogeneradores o de la fotovoltaica sigue siendo superior que en los países desarrollados, debido a determinadas barreras. Los aerogeneradores más grandes (varios MW) no pueden utilizarse en muchos casos en África Occidental por falta de grúas apropiadas. Sin embargo, se espera que los costes de inversión de ambas tecnologías se acerquen a 1 M€/MW en 2030.

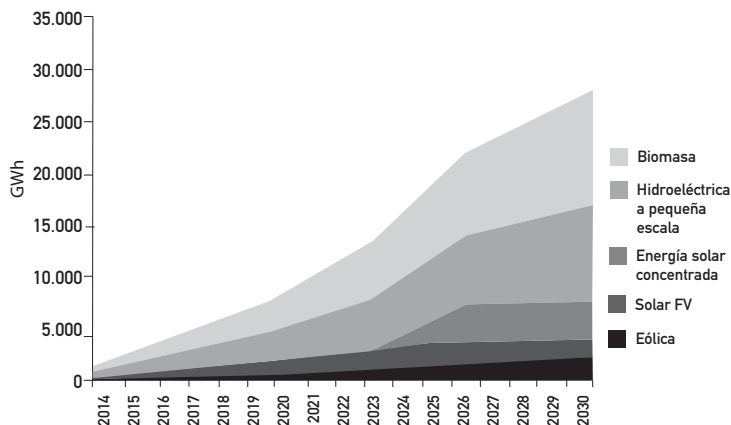
En el supuesto de la biomasa se prevé que el tamaño de las plantas de biomasa crezca con el tiempo por la modernización de la agricultura, reduciendo considerablemente los costes de inversión. A menudo resulta difícil fijar un coste para la energía hidroeléctrica a pequeña escala, pues el coste de la obra civil dependerá de las condiciones específicas de la ubicación elegida.

Aunque la Concentración Solar Termoelectrica (CSP, por sus siglas en inglés) ha alcanzado la madurez tecnológica en otras regiones, su coste actual de inversión implica que la tecnología aún tiene que ser plenamente comercializada en la región de la CEDEAO. Se espera que el coste de la CSP con capacidad de almacenamiento, que resulta importante para la región de la CEDEAO con una creciente carga punta nocturna, disminuya con el tiempo hasta alcanzar un nivel comparable a las centrales hidroeléctricas a pequeña escala. Esta es la razón por la cual se ha pospuesto el despliegue de esta tecnología hasta 2024, cuando se espera que el coste de inversión sea de 4 M€/MW.

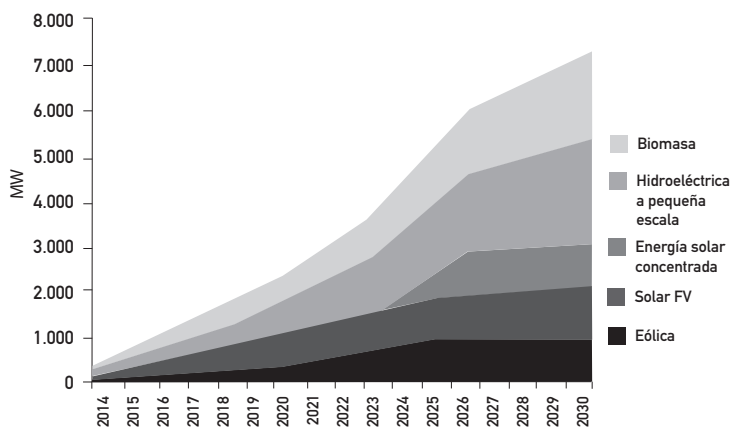
FIGURAS 4

POTENCIA INSTALADA DE ENERGÍAS RENOVABLES Y PRODUCCIÓN 2014-2030,
COSTE UNITARIO DE ENERGÍAS RENOVABLES Y NECESIDADES DE INVERSIÓN
2014-2030

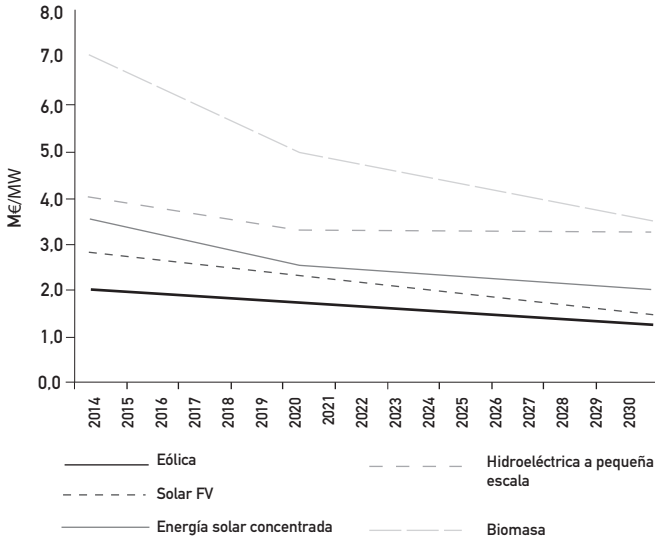
4.1. GENERACIÓN DE ENERGÍA DE EERR



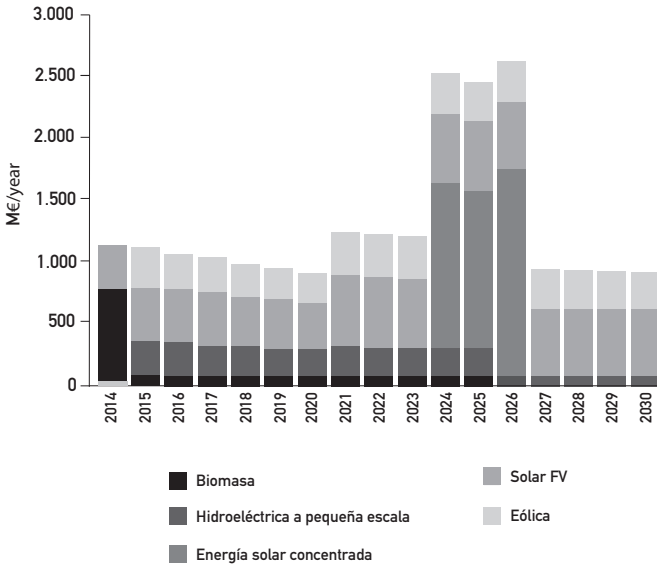
4.2. POTENCIA INSTALADA DE EERR



4.3. TER-COSTES UNITARIOS DE INVERSIÓN



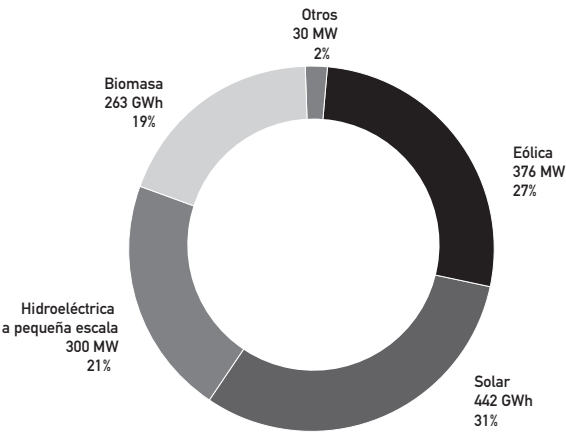
4.4. INVERSIONES EERR AL AÑO



9.1. CARTERA DE PROYECTOS DE ENERGÍAS RENOVABLES DEL ECREEE

La lista regional de proyectos identificados de energías renovables del ECREEE también se ha utilizado para elaborar el escenario de la EREP.

FIGURA 5
CARTERA DE PROYECTOS DE EERR DEL ECREEE



La tabla 6 muestra el nivel de inversión necesario para alcanzar los objetivos conectados a la red por tecnología:

TABLA 6
DETALLE DE LOS OBJETIVOS DEL 10% Y 20% DE PENETRACIÓN DE EERR PARA 2020 Y 2030

	EÓLICA	SOLAR FV	SOLAR CSP	HIDRO PEQUEÑA ESCALA	BIOMASA	TOTAL
Capacidad instalada en MW						
En 2020	318	686	-	787	634	2.425
En 2030	993	1.156	1.000	2.449	2.008	7.606
Producción en GWh						
En 2020	836	1.082	-	3.102	3.330	8.350
En 2030	2.314	1.823	3.679	9.654	11.758	29.229
Inversiones en M€						
Hasta 2020	541	1.166	-	2.872	1.901	6.479
Total inversiones 2030	1.540	1.773	3.980	8.357	4.959	20.609

AUTORES

Hyacinth Elayo. Analista de políticas energéticas en ECREEE.

Martin Lugmayr. Experto en energías renovables en ECREEE/ONUDI.

David Vilar. Asistencia técnica de AECID en ECREEE.

Mahama Kappiah. Director ejecutivo en ECREEE.

www.ecreee.org

INTEGRACIÓN DEL GÉNERO EN LAS POLÍTICAS DE ENERGÍAS RENOVABLES

ROSE MENSAH-KUTIN
OFICINA REGIONAL PARA ÁFRICA OCCIDENTAL
DE "ABANTU FOR DEVELOPMENT"

RESUMEN

Existe una necesidad acuciante de fomentar servicios energéticos modernos para las mujeres, a fin de minimizar la pesada carga y las consecuencias para la salud derivadas del uso de combustibles de poca calidad, especialmente para cocinar y para la iluminación en hogares rurales. No obstante, la disponibilidad de abundantes recursos de energías renovables en la subregión de África Occidental no se ha traducido en iniciativas concretas para favorecer a las mujeres y ejercer una influencia positiva en las relaciones de género. En este artículo, el acceso a servicios energéticos modernos se estructura en torno a la pobreza y a cuestiones sociales y de género. Al igual que el género no se ha integrado lo suficiente en muchas áreas de desarrollo de políticas, y en la práctica tampoco se han recalcado suficientemente los importantes vínculos entre la energía y las relaciones de género en el desarrollo de las energías renovables. El presente artículo intenta destacar los elementos claves de género en las energías renovables y su importancia al facilitar a las mujeres el acceso a servicios energéticos modernos, al tiempo que reconoce la utilidad de

priorizar grandes infraestructuras energéticas como la electricidad para el desarrollo en la subregión. Se reconocen los múltiples papeles que han desempeñado las mujeres y sus valiosas contribuciones como agentes del cambio, creadoras de conocimiento y responsables de toma de decisiones; se analizan algunas iniciativas de energías renovables y se señalan diversas implicaciones esenciales de género como lecciones aprendidas. Finalmente, se insiste en la necesidad de integrar el análisis de género en las políticas, programas y proyectos de energías renovables, a todos los niveles, en la subregión de África Occidental.

Palabras clave: género, relaciones de género, desigualdades sociales y de género, servicios energéticos modernos, mujeres, energías renovables, políticas y práctica.

1. INTRODUCCIÓN

El acceso a energía moderna y asequible ha sido reconocido como condición esencial para resolver la situación de pobreza¹, porque la energía es un requisito previo que permite a mujeres y hombres satisfacer sus necesidades básicas de existencia, en diferentes lugares y contextos socioeconómicos. Como ocurre con otros recursos, en el acceso a las fuentes y servicios de energía y su control intervienen desigualdades sociales, inclusive, de género. Dependiendo de su género, edad, ubicación y circunstancias socioeconómicas, la persona tendrá más o menos probabilidades de tener un más fácil o mayor acceso a determinados tipos de fuentes y servicios de energía². Resulta indispensable tener en cuenta estas distintas necesidades y preocupaciones en la elaboración de políticas energéticas, si se quiere conseguir acceso y distribución de servicios de energía efectivos y en condiciones de igualdad en el contexto africano.

Este artículo ofrece, pues, información sobre la importancia esencial de fomentar los servicios de energía, incluyendo la energía renovable, desde una perspectiva de género, en el contexto de la subregión de África Occidental. Tras la presente introducción, el

siguiente apartado se centra en las lagunas de las políticas energéticas con respecto a las preocupaciones de género y proporciona una base para solucionar los problemas de género en el sector de la energía, en el apartado tercero. Luego, el apartado cuarto intenta demostrar cómo las cuestiones de género se hacen palpables en los servicios de energías renovables y refiere los beneficios para las mujeres de diferentes iniciativas. En el apartado quinto se expone la lección aprendida y el camino a seguir en el esfuerzo por resolver las cuestiones de género en las políticas, programas y proyectos de energías renovables.

2. LAGUNAS DE GÉNERO EN LA PLANIFICACIÓN DE POLÍTICAS ENERGÉTICAS

A pesar de que el fomento del género en los procesos de planificación de políticas energéticas está más que justificado, todavía existen lagunas enormes a todos los niveles. Y ello por las tres siguientes razones principales: la conceptualización neutra en cuanto al género de las políticas energéticas, la persistencia de la situación de desigualdad de la mujer en la sociedad y la actitud de los organismos responsables de la energía con respecto a las cuestiones de género.

Para empezar, la planificación y las políticas tradicionales han tendido a centrarse en cuestiones de suministro de formas de energía modernas como la electricidad y el diésel. En el contexto de la subregión de África Occidental, estas formas de energía son de suma importancia para el desarrollo y mejora de la calidad de vida de diferentes mujeres y hombres.

Por ejemplo, en Ghana, pese a problemas sustanciales, el incremento de un 72% en el acceso a la electricidad resulta crucial para las mujeres y para el desarrollo socioeconómico, aunque las cuestiones de género no hayan sido contempladas específicamente al implementar el Plan Nacional de Electrificación (NES, según sus siglas en inglés)³. Al mismo tiempo, sin embargo, el enfoque casi exclusivo de las políticas hacia tales tipos de energía “modernos” y su fomento desde una perspectiva ajena a cuestiones de género tienden a exacerbar las desigualdades existentes entre mujeres y hombres e incluso

provocan, en ocasiones, nuevas formas de disparidad. Se ha señalado que el acceso a energías modernas puede reducir las tareas pesadas y ahorrar tiempo, pero también puede incrementar la capacidad de los hombres de utilizar tecnologías energéticas para el ocio, como escuchar la radio o ver la televisión⁴. Aunque tales hábitos masculinos no sean malos per se, si las necesidades de las mujeres no se tienen en cuenta durante la planificación, existe una elevada probabilidad de que sean excluidas de tales oportunidades y que sigan siendo las únicas responsables del acceso a la energía para cocinar. También ocurre en la subregión de África Occidental que, incluso en supuestos de gran acceso a la electricidad, las mujeres tengan que recorrer largas distancias para recoger leña o comprarla con sus propios ingresos, fundamentalmente, porque en la elaboración de las políticas no se ha prestado suficiente atención a la provisión de combustibles y aparatos de cocción modernos. De esta forma, incluso en Ghana, donde la electrificación rural ha mejorado el acceso a la electricidad, la carga de trabajo de la mujer no ha disminuido, debido a la crisis de la madera combustible y al hecho de que la costumbre de usar combustibles tradicionales sigue prácticamente intacta. Este enfoque de políticas energéticas ajeno a las cuestiones de género está presente en todos los sectores de la economía y viene fomentado por la ideología política, la cultura y la tradición.

El tema de la situación de desigualdad de la mujer con respecto al hombre en la sociedad se encuentra relacionado con lo anterior. En la subregión de África Occidental, como en el resto del mundo, la desigualdad de la mujer con respecto al hombre en cuanto al poder de decisión, tanto en el ámbito doméstico como en el público, limita sus capacidades y su elección, incluso en asuntos como la cocina, esencialmente reconocido como el "trabajo o sitio de la mujer". La situación se ve empeorada por las limitaciones de los planificadores energéticos, en términos de comprensión de la desigualdad en el acceso a los servicios energéticos y su impacto. Debido a su formación, los ingenieros y técnicos se centran más en el desarrollo de grandes infraestructuras energéticas y en cuestiones de suministro. Sin enfoques multidisciplinarios, les resulta difícil apreciar cuestiones sobre la mujer y su responsabilidad fundamental en el acceso a combustibles de biomasa en contextos de pobreza urbana y rural en la subregión de

África Occidental. Los programas de biomasa y, desde luego, los de energías renovables son pues, a menudo, actividades tangenciales en los ministerios de energía de la subregión. Ello tiene como resultado que dos fuentes principales de energía normalmente suministradas por las mujeres (la biomasa y la energía metabólica utilizada en los hogares y en las pequeñas e informales actividades productivas de las mujeres) atraen tradicionalmente escaso interés, porque normalmente no figuran en las estadísticas de energía.

3. LA NECESIDAD DE INCLUIR EL GÉNERO EN LA ENERGÍA

Estas lagunas de género en el enfoque del planeamiento energético se encuentran enraizadas en el tema mundial más amplio de las desigualdades de género, vivido de modo diferente según el contexto. En los distintos países de la subregión de África Occidental, las normas políticas, económicas, sociales y culturales subyacentes, que modelan los papeles y las relaciones entre mujeres y hombres, también impregnan las estructuras u organismos energéticos, inclusive los marcos legales y reglamentarios, las políticas y los programas. Pese a algunos avances, todavía persisten diferencias enormes entre mujeres y hombres en estos países, en términos de derechos y oportunidades de acceso y control de los recursos, división del trabajo y participación en la toma de decisiones⁵. Tales experiencias de desigualdad en el contexto de la subregión de África Occidental limitan los derechos de las mujeres y el desarrollo socioeconómico general. La falta de servicios energéticos modernos disponibles como luz, cocina y calefacción, refrigeración, bombeo, transporte y comunicación crea "pobreza energética" que afecta de modo desproporcionado a mujeres y niñas⁶. Defender que existe un vínculo entre género y energía en el contexto del desarrollo sostenible equivale, pues, a un llamamiento para que se resuelva la experiencia de pobreza energética, integrando el género en las políticas, programas y proyectos de desarrollo energético. Resulta importante porque, en África Occidental, a las mujeres les afecta especialmente la falta de acceso a servicios energéticos asequibles al ser, tradicionalmente, las responsables de la provisión

energética en el hogar. Además, a las mujeres de la subregión se les reconoce mayoritariamente que son productoras y distribuidoras esenciales de bienes y servicios, dentro y fuera del país. Sin embargo, la agricultura y los sectores informales de la economía donde dichas contribuciones son palpables, no han sido contemplados suficientemente, en términos de acceso a servicios energéticos modernos que pueden reducir sus penurias e incrementar sus ingresos.

La Asamblea General de la ONU ha designado 2012 como el Año Internacional de la Energía Sostenible para Todos y también está promoviendo una iniciativa mundial de Energía Sostenible para Todos (SE4ALL) de aquí a 2030⁷. En efecto, en una cumbre de un día de la Unión Europea (UE) para lanzar la iniciativa Energía Sostenible para Todos, celebrada el 16 de abril de 2012 en Bruselas, una de las dos sesiones de los grupos de trabajo se centró específicamente en la "Igualdad de Género y Acceso a Servicios Energéticos Modernos" con la responsable de ONU Mujeres, Michelle Bachelet, presidiendo el debate. En el debate se trataron cuatro mensajes esenciales para llevarlos al Foro Mujeres Líderes, de jefas de Estado y de gobierno, organizado por ONU Mujeres, en colaboración con el gobierno de Brasil y otros asociados, en Río de Janeiro el 19 y el 21 de junio de 2012, durante la Conferencia Río + 20⁸. El primer mensaje era que las mujeres y hombres pueden beneficiarse ampliamente de un mayor acceso a servicios energéticos modernos, adecuados, fiables y limpios. En segundo lugar, el acceso a servicios energéticos sostenibles para todos debería realizarse mediante un enfoque basado en los derechos humanos que también tuviese en cuenta las cuestiones de género, dentro del contexto más amplio del ejercicio de otros derechos económicos y sociales básicos. El tercer punto era que garantizar a las mujeres un mayor acceso a servicios energéticos modernos requiere la integración sistemática, a todos los niveles, de las perspectivas de género en las políticas, programas y procesos de toma de decisiones relacionados con la energía. El mensaje final era que todos los actores, incluidos los gobiernos, la comunidad internacional, la sociedad civil y el sector privado, deberían trabajar conjuntamente para incrementar el acceso de las comunidades locales a servicios energéticos sostenibles y el empoderamiento de la mujer.

La iniciativa SE4ALL proporciona, por lo tanto, una importante oportunidad a los países de la subregión de África Occidental de centrarse en la igualdad de géneros y el acceso a servicios energéticos, dentro de su compromiso general con los derechos de la mujer y la igualdad de género. Es fundamental considerar las cuestiones de género como elementos esenciales en la solución de los problemas de acceso, utilización, oportunidades y control de los diversos recursos de la subregión. Las energías renovables como la solar, eólica, hidroeléctrica, mareomotriz, undimotriz y el potencial geotérmico, que son fuentes de servicios energéticos modernos, limpios y asequibles, tienden a ser menos tenidas en cuenta a la hora de elaborar políticas. Irónicamente, las mujeres, que son las que sufren las penurias que conlleva el acceso insuficiente a energía moderna, suelen no estar presentes en la toma de decisiones. Según un estudio realizado por el West Africa Civil Society Institute (Instituto de la Sociedad Civil de África Occidental), de los cuatro países de África Occidental estudiados ninguno había conseguido el 30% de referencia establecido por el legislador⁹. Así, aunque se haya avanzado algo en la lucha por la emancipación de la mujer desde la independencia de África Occidental, la situación es "inadecuada con respecto a una justa e igualitaria representación en la democratización contemporánea y en los procesos de gobernanza, que tenga en cuenta las cuestiones de género"¹⁰. Esto tiene implicaciones en todas las facetas del desarrollo, incluido el sector de la energía, donde se toman decisiones políticas en parlamentos con una gran predominancia masculina. El resultado es que se excluyen las necesidades y preocupaciones energéticas de la mujer y ello acarrea repercusiones negativas para las relaciones de género.

Las mujeres de la subregión también se enfrentan a dificultades para satisfacer su necesidad de servicios energéticos modernos por su acceso desigual a los recursos, empeorado por políticas de privatización que favorecen de la explotación de los recursos naturales con consecuencias para el cambio climático. La falta de control de la mujer sobre la tierra, los bienes, los ingresos, el crédito, la tecnología, los servicios de extensión y la educación son barreras que impiden su acceso, en condiciones de igualdad, a los servicios energéticos. Los sistemas de energía solar, aerogeneradores y plantaciones

de biocombustible necesitan tierras, pero las mujeres, a menudo, carecen de acceso directo y, para ejercer los derechos, tienen que hacerlo a través de los varones de la familia. La falta de ingresos impide que las mujeres puedan invertir en tecnologías útiles capaces de minimizar su necesidad de trabajar, mientras que la falta de crédito es la razón principal de que no puedan pagar de entrada los costes de tecnologías mejoradas de energía o tarifas de conexión a la electricidad. Finalmente, las limitaciones en cuanto a la extensión de servicios y la educación constituyen obstáculos al deseo de las mujeres de convertirse en empresarias de la energía.

4. GÉNERO Y ENERGÍAS RENOVABLES

La subregión de África Occidental está dotada de abundantes fuentes de energías renovables. Se calcula que un total de 23.000 megavatios de potencial hidroeléctrico a pequeña escala se encuentra concentrado en cinco países miembros de la CEDEAO (Comunidad Económica de los Estados de África del Oeste), del que tan solo se ha explotado un 16%¹¹. La biomasa tradicional constituye hoy la fuente principal de energía para la mayoría pobre y supone un 80% de la energía total consumida para fines domésticos. También existen numerosos recursos disponibles de energía eólica, mareomotriz, geotérmica y undimotriz. La región cuenta, asimismo, con un vasto potencial de energía solar. Tales recursos podrían desarrollarse para reducir las cargas que recaen sobre las mujeres más pobres en su esfuerzo por satisfacer sus necesidades energéticas. Sin embargo, los esfuerzos realizados en pos del derecho de la mujer a servicios energéticos asequibles y accesibles son insuficientes. Ello se debe a varios factores como la falta de reconocimiento de las necesidades, conocimientos y contribuciones energéticas de las mujeres y la fallida redistribución del control sobre los recursos y beneficios de los servicios energéticos. Es necesario reconocer que el estatus de una mujer en el hogar determina su acceso a los recursos y control sobre ellos y también cómo se beneficiará de las intervenciones y respuestas de desarrollo.

Centrándonos específicamente en las energías renovables, hay cuatro áreas clave donde pueden detectarse cuestiones de género. En

primer lugar, el conocimiento de la mujer es esencial para que la gestión de los recursos naturales y las innovaciones tecnológicas incrementen el acceso a la energía. En segundo lugar, existen necesidades energéticas específicas relacionadas con las actividades productivas de las mujeres. En tercer lugar, las mujeres son agentes fundamentales del cambio y de su propio empoderamiento, lo que nos lleva a la necesidad de involucrarlas activamente en la toma de decisiones sobre la energía. Finalmente, es necesario asignar un valor económico a las labores asistenciales de la mujer, especialmente a nivel doméstico y comunitario, donde tareas como la recogida de agua y leña resultan indispensables.

En la subregión de África Occidental, se han promovido algunas iniciativas de energías renovables para favorecer a las mujeres, que han tenido en cuenta las anteriores consideraciones. Al centrarse en las mujeres como usuarias y consumidoras de energía, se ha incluido a mujeres en diversos programas de cocinas. Sobre todo durante el periodo 1990-2000, el Ministerio de Energía de Ghana trabajó directamente para promover varias cocinas mejoradas. Las lecciones esenciales del programa demuestran que la participación de las mujeres fue la clave del éxito de los diseños y la difusión. Las mujeres no solo hicieron contribuciones fundamentales de su saber autóctono a los diseños, sino que también utilizaron de forma activa y comercializaron los aparatos, en beneficio de otras mujeres. Ello supone que los programas de cocinas deben involucrar a las mujeres y darles acceso a su comercialización y al crédito. En cuanto empresarias del sector de la energía, las mujeres están interesadas, principalmente, en aquellas tecnologías de energías renovables que pueden incrementar sus ingresos como un medio de mejorar su propia existencia y la de sus familias. En algunos países como Mali, Burkina Faso y Senegal, las mujeres operadoras de Plataformas Multifuncionales (PMF) han obtenido beneficios sustanciales. En el caso de estudio de Burkina Faso, el Programa de Plataforma Multifuncional fue promovido dentro del Marco Estratégico de Reducción de la Pobreza del país. Buscaba disminuir la pobreza en las áreas rurales y periurbanas de Burkina Faso, mediante el fomento del acceso de la mujer a servicios energéticos modernos, esenciales para el crecimiento económico y el bienestar. La instalación de 233 PMF

ha tenido repercusiones fundamentales como el ahorro de tiempo a la mujer, al liberarla de tareas domésticas, mayor producción agrícola, desarrollo de actividades generadoras de ingresos, movilización de los sistemas bancarios locales e introducción de la microfinanciación y creación de oportunidades de trabajo.

Un caso parecido es el uso del "horno para ahumar Chorkor" en las comunidades pesqueras de Ghana, donde la mayoría de las mujeres son pescaderas. Los pescaderos de la Región Central de Ghana ahumaban el pescado con un horno para ahumar tradicional, hecho de arcilla con grandes aberturas en la base y espacios en los bordes superiores. Este horno tradicional solo tenía capacidad para ahumar una capa de pescado. El proceso llevaba aparejados ciertos problemas operativos como el elevado coste de producción, al utilizar el horno gran cantidad de leña y, en consecuencia, los márgenes de beneficios eran reducidos. El método, al igual que la estufa tradicional sueca usada para asar tapioca, producía demasiado humo y calor, con las consiguientes repercusiones para la salud de los pescaderos. El diseño del horno para ahumar Chorkor posee características muy mejoradas con respecto al tradicional y tenía cabida para hasta cinco capas de pescado, lo que permite darle la vuelta con facilidad durante el proceso de ahumado. Ello produce un pescado ahumado muy atractivo que se vende rápido. El horno Chorkor también produce menos humo y calor, mejorando así la calidad del pescado y reduciendo los riesgos que tiene para la salud el exceso de humo y calor. Además, también consume menos leña, disminuyendo de esta manera el coste de producción y aumentando el margen de beneficios. El horno Chorkor puede construirse usando bloques de cemento para resistir las lluvias excesivas, pues la mayoría de los centros de producción no son cubiertos. A los dos años de la introducción del horno Chorkor en dichas comunidades, la mayoría de las mujeres que recibieron la preparación han adoptado la tecnología, aumentado sus ingresos y los bienes que poseen¹³.

Otros proyectos se han centrado en invertir los papeles de los sexos, potenciando las capacidades de las mujeres como técnicos, a través de su formación efectiva. Un supuesto ilustrativo sería la

instalación de paneles solares en Mali desde 2003, dentro del proyecto Programa Nacional Mali sobre Energías Renovables para la Promoción de la Mujer (PENRAF). Mujeres y hombres locales han sido formados, en el marco del proyecto, para fabricar secaderos solares y calentadores de agua, y jóvenes mujeres han sido formadas para instalar y mantener paneles solares. Hasta la fecha, alrededor de 30.000 mujeres y hombres de 55 comunidades se benefician directamente del proyecto. La Asociación de Mujeres y Jóvenes gestiona las instalaciones de secado solar y la recarga de baterías solares. En el centro de salud, la iluminación por energía solar ha sustituido a las lámparas de queroseno y linternas utilizadas originalmente para los chequeos y partos. Asimismo, un calentador de agua proporciona constantemente agua para los pacientes y un frigorífico solar sirve para conservar vacunas y medicinas a la temperatura adecuada¹⁴.

Otro gran avance ha sido la priorización del papel de la mujer como gestor de servicios energéticos. En la subregión de África Occidental, muchas de las plataformas multifuncionales son operadas por mujeres. La capacitación recibida en países como Senegal, Burkina Faso, Ghana y Guinea permite que la mujer desarrolle sus habilidades empresariales y produzca y distribuya energía, pero también mejora sus capacidades como propietarias de empresas.

5. LECCIONES APRENDIDAS Y EL CAMINO A SEGUIR

La experiencia ha demostrado que las intervenciones de energías renovables que no entienden la división del trabajo entre los sexos pueden aumentar la carga de la mujer o privarla de nuevas oportunidades. Las desigualdades estructurales como la falta de acceso y control de la mujer sobre los recursos y beneficios como la tierra, el crédito, los ingresos y la educación actúan como barreras que impiden que las mujeres ejerzan sus derechos, a través de las tecnologías y programas de energías renovables. Ello supone que las mujeres se encuentran, a menudo, en situación de desventaja a la hora de beneficiarse equitativamente de oportunidades potenciales que se les ofrecen y las coloca en una posición de vulnerabilidad pues dichas iniciativas, a veces, aumentan su carga.

Al mismo tiempo, sin embargo, varios estudios han demostrado que las mujeres pueden beneficiarse del acceso a servicios energéticos modernos, adecuados y fiables. Entre las lecciones aprendidas se encuentra que los servicios energéticos modernos pueden influir positivamente en la salud de las mujeres, reduciendo los riesgos de salud derivados del humo de la biomasa. También pueden apoyar el funcionamiento de clínicas de salud en áreas rurales, lo que resulta esencial para mejorar la salud de la mujer. Asimismo, las mujeres y las niñas pueden beneficiarse también de ahorros de esfuerzo y tiempo gracias a la disponibilidad de tecnologías mejoradas para cocinar y a la provisión de potencia mecánica para la recogida de agua, la agricultura y las pequeñas empresas¹⁵. Estas lecciones señalan la necesidad de asegurar que las políticas y programas de energías renovables deben abordar las relaciones de género y de poder, dentro y fuera del hogar, para garantizar mejoras directas en las vidas de las mujeres, a través del acceso a servicios energéticos mejorados. También resulta indispensable derribar las barreras que impiden que las mujeres tomen decisiones fundamentales que afectan a sus vidas, así como fortalecer las oportunidades del mercado y de obtener ingresos de las mujeres.

En cuanto al camino a seguir, la utilización de procesos y herramientas de planificación sensibles al género puede ayudar a llevar a cabo intervenciones más efectivas en el sector de las energías renovables. Las medidas relacionadas con el género deben formularse explícitamente para que las intervenciones en el campo de las energías renovables tengan éxito. También hay que destacar que se pueden obtener varios resultados de género con una intervención energética. Las plataformas multifuncionales, por ejemplo, combinan beneficios de ahorro de tiempo, iniciativa empresarial, incremento de ingresos, inversión de papeles de los dos sexos y oportunidades de relación. El papel de la mujer en las instituciones políticas energéticas es igualmente crucial para catalizar el cambio, en pos de un mayor acceso a servicios energéticos modernos.

En conclusión, la consecución del acceso universal a los servicios energéticos requiere acciones que integren perspectivas de género. Se trata de fijar acciones concretas y establecer objetivos y metas para subsanar las deficiencias que impiden el acceso de

hombres y mujeres a los servicios y recursos energéticos en situación de igualdad. Se trata, asimismo, de paliar desigualdades estructurales y reconocer las valiosas contribuciones de las distintas categorías sociales de mujeres y hombres. En este sentido, las políticas públicas de energías renovables de la subregión deben ser más sensibles a las decisiones vitales a las que se enfrentan las mujeres y hombres pobres de zonas rurales y urbanas y al impacto potencial que pueden tener en las relaciones de poder y de género.

NOTAS

1. Clancy, J. S., Skitsch, M. M. y Bachelor, S., 2003.
2. Wamukonya, N., 2002.
3. Ghana ha implementado desde el año 1989 un Plan Nacional de Electrificación (NES, por sus siglas en inglés) dedicado en gran medida a la electrificación rural, dentro del Programa Autoayuda para la Electrificación (SHEP, por sus siglas en inglés). Ver Mensah-Kutin, R. (2002), "Gendered Access to Electricity in Rural Ghana" (tesis doctoral no publicada).
4. Mensah-Kutin, R., 2007.
5. Muchos de los países de la subregión se encuentran por debajo del índice mínimo de participación del 30% propuesto por la ONU. Senegal es una excepción, con el 43% de representación parlamentaria.
6. ONUDI (Agencia de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial), 2003.
7. ONU (Naciones Unidas), 2012.
8. Río+20 es el diminutivo de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Desarrollo Sostenible celebrada en Río de Janeiro, Brasil, en junio de 2012, veinte años tras la histórica Cumbre de la Tierra de 1992, en Río.
9. WACSI (Instituto de la Sociedad Civil de África Occidental), 2009.
10. *Ibid.*, p. 98.
11. ONU (Naciones Unidas), 2010.
12. ENERGÍA (Red Internacional de Género y Energía Sostenible), 2012.
13. FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura), 1989.
14. UNDP (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo), 2012.
15. ENERGÍA (Red Internacional de Género y Energía Sostenible), 2012.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Clancy, J. S.; Skitsch, M. M.; Bachelor, S. 2003. *The gender-energy-poverty nexus: finding the energy to address gender concerns in development*. Artículo elaborado para el DFID (Departamento de Desarrollo Internacional del Reino Unido). Disponible en <http://www.energia.org>
- [2] ENERGÍA (Red Internacional de Género y Energía Sostenible). 2012.

- Disponible en <http://www.energia-africa.org>
- [3] FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 1989. *Chorkor smoker, an efficient post-harvest processing technique, Africa*. Disponible en ftp://ftp.fao.org/sd/sda/SDAR/sard/English%20GP/EN%20GP%20Africa/Fisheries_Chorkor_oven_Africa.pdf
 - [4] Mensah-Kutin, R. 2007. In G. Karlsson (ed.), *Gender and Energy In Africa: Regional initiatives and Challenges In promoting Gender In Energy* (ENERGÍA).
 - [5] ONUDI (Agencia de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial). 2003. *A Path out of Poverty: Developing Women Entrepreneurship*. Disponible en <http://www.unido.org/file-storage/download//file%5fid=11092>
 - [6] ONU (Naciones Unidas). 2012. Disponible en <http://www.sustainableenergyforall.org/>
 - [7] ONU (Naciones Unidas). 2010. *Looking to the Future*, UN-Energy 2010.
 - [8] UNDP (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo). 2012. *Solar power in Mali: A miracle for women*. Disponible en http://www.undp.org/content/undp/en/home/ourwork/environmentandenergy/successstories/L_energie_solaireaumaliunmiraclepourlesfemmes.html
 - [9] WACSI (Instituto de la Sociedad Civil de África Occidental), 2009. *Status of Women's leadership in West Africa*, Accra-Ghana
 - [10] Wamukonya. 2002. *A critical look at gender and energy mainstreaming in Africa*. Borrador distribuido en el acto paralelo 'perspectivas de género en el desarrollo sostenible' organizado por UNDESA (Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de las Naciones Unidas) / DAW (División para el Avance de la Mujer) y WEDO (Organización de Mujeres para el Medio Ambiente y el Desarrollo) en el comité preparatorio 3 (Prep. Com. III), Abril 2002.

AUTORA

Rose Mensah-Kutin. Directora de la Oficina Regional para África Occidental de "ABANTU for Development".

www.abantu-rowa.org

POLÍTICA Y MARCO REGLAMENTARIO PARA EL DESARROLLO DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES EN SENEGAL

ISMAÏLA LO
MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS DE SENEGAL

RESUMEN

Senegal posee un gran potencial en el campo de las energías renovables, especialmente en los sectores de la energía solar, eólica, de biomasa e hidroeléctrica.

Desde el año 2008 se implementa la nueva Política para el Desarrollo del Sector de la Energía, claramente orientada hacia las energías renovables, ya que fija un índice de penetración de las fuentes de energías renovables y bio-combustibles de al menos un 15%, en el consumo interior de energía, de aquí a 2020. El presente artículo realiza una descripción de las características, perspectivas y diferentes aspectos reglamentarios de la promoción de las energías renovables en Senegal.

Palabras clave: energías renovables, Senegal, marco reglamentario.

1. CONTEXTO

Más de cuatro años después de la implementación de la Política para el Desarrollo del Sector de la Energía de 2003, el gobierno de Senegal adoptó otra nueva en febrero de 2008.

Esta decisión tiene su origen en la constatación de que el sector de la energía estaba aún sometido a una oleada de tensiones en el suministro de los hogares, la industria y todos los demás sectores de actividad.

El encarecimiento sin precedentes de los precios de los productos derivados del petróleo ha sido, en efecto, el detonante de una grave crisis en el sistema de suministro energético, que se ha traducido en periodos de penuria en la distribución tanto de combustibles como de gas butano y electricidad.

Debido a la amplitud de esta crisis y al carácter prolongado de algunos factores como las tensiones existentes en el mercado internacional del petróleo, el gobierno de Senegal ha revisado la pertinencia de las orientaciones vigentes y ha adoptado nuevas medidas capaces de favorecer el desarrollo del sector energético durante el periodo 2007-2012. Se trata de incluir estas medidas, algunas de las cuales están en curso de aplicación, en el marco global de una política y estrategia claras, suficientemente bien articuladas, que sirvan de pautas de actuación para todas las partes interesadas: Estado, empresas de energía, inversores, socios del desarrollo y consumidores.

La nueva política energética de Senegal da así prioridad a tres objetivos fundamentales:

- Asegurar el suministro energético del país en cantidad suficiente, en las mejores condiciones de calidad y sostenibilidad, y al menor coste.
- Ampliar el acceso de las poblaciones a servicios energéticos modernos.
- Reducir la vulnerabilidad del país con respecto a los riesgos exógenos, principalmente los del mercado mundial del petróleo.

Por su parte, la Política para el Desarrollo del Sector de la Energía adoptada en febrero de 2008 fija los siguientes objetivos:

- Un índice de autonomía de energía comercial (excluyendo la biomasa tradicional) de al menos un 20%, de aquí a 2020.
- Un índice de penetración de las fuentes de energías renovables y biocombustibles de al menos un 15%, en el consumo interior de energía, de aquí a 2020.

Estos objetivos se alcanzarán principalmente, gracias a la aportación de los biocombustibles, la generación hidroeléctrica y las energías renovables.

Así, para conseguirlo, se ha considerado oportuno elaborar un estudio exhaustivo con el fin de:

- Examinar el potencial de producción de electricidad explotable técnica y económicamente que podría suministrarse a la red eléctrica, interconectada y aislada, en Senegal, a partir de energías renovables.
- Determinar las condiciones técnicas, financieras y económicas necesarias para favorecer el desarrollo de esta producción eléctrica, a partir de fuentes de energías renovables.

El estudio debía permitir:

- Determinar cuáles son, actualmente, los obstáculos y las oportunidades técnicas, económicas y financieras que presenta el desarrollo de una producción de electricidad a partir de fuentes de energías renovables.
- Explorar los distintos modelos de promoción para favorecer el desarrollo de esta producción.
- Proponer una estrategia de puesta en práctica de estos modelos.

2. ALGUNAS INDICACIONES SOBRE EL POTENCIAL DE ENERGÍAS RENOVABLES DE SENEGAL

Por su situación geográfica, Senegal posee un gran potencial en el ámbito de las energías renovables, principalmente en el sector de la energía solar, eólica, de biomasa e hidroeléctrica.

2.1. SECTOR DE LA ENERGÍA SOLAR

El recurso solar se caracteriza por una radiación solar de 3.000 horas al año y una energía media diaria de irradiación global de 5,8 kWh/m²/día.

La explotación de este recurso se ha realizado hasta la fecha a través de los dos subsectores de energía solar fotovoltaica y solar térmica.

El subsector de la energía solar fotovoltaica es la tecnología que ha experimentado un desarrollo más constante en Senegal. Ha experimentado un desarrollo importante en distintos ámbitos de aplicación (telecomunicaciones, bombeo de agua y producción de electricidad, centralizada y descentralizada).

Las primeras instalaciones, realizadas en los años ochenta, se llevaron a cabo a un ritmo constante, a través de una serie de proyectos y programas, entre los que cabe destacar los siguientes:

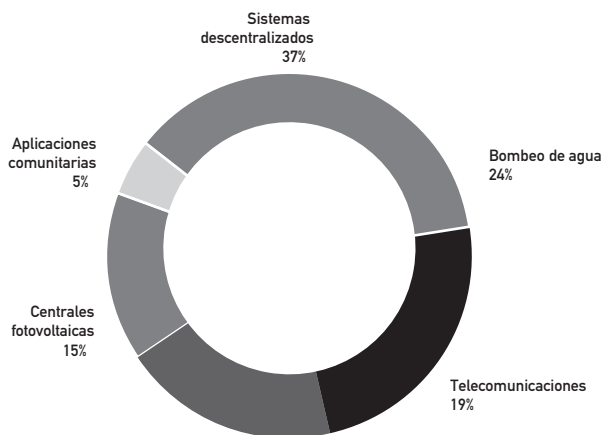
- El Proyecto Germano-Senegalés de Energía Solar (PSAES) financiado por Alemania.
- El Programa Regional Solar (PRS) financiado por la Unión Europea.
- El Proyecto Nipón-Senegalés financiado por Japón.
- El Proyecto Asociación de los Puestos de Salud Privados Católicos de Senegal (APSPCS) financiado por la Fundación Energía para el Mundo (FONDEM, por sus siglas en francés).
- El Proyecto Asociación Interlugareños de Sinthiou Boubou (AISB) financiado por el Fondo Europeo de Desarrollo (FED).
- El Proyecto español (Isophoton y Atersa) financiado por España.

La potencia total instalada en 2007 ascendía a 2 MWp y se situó cerca de los 2,5 MWp en 2010. La distribución de esta potencia por aplicación se indica en el diagrama a continuación:

- Sistemas descentralizados.
- Bombeo de agua.
- Telecomunicaciones.
- Centrales fotovoltaicas.
- Aplicaciones comunitarias.

FIGURA 1

DISTRIBUCIÓN DE LA POTENCIA TOTAL INSTALADA EN 2010



En cuanto al subsector de la energía solar térmica, Senegal ha iniciado, desde hace más de un cuarto de siglo, un importante programa de investigación y desarrollo en este ámbito, poniendo a punto las primeras bombas termodinámicas y calentadores de agua solares, a través del Institut de Physique Météorologique (Instituto de Física Meteorológica) —IPM— Henri Masson de la Universidad de Dakar, hoy Centre d'Etudes et de Recherches sur les Energies Renouvelables (Centro de Estudios e Investigaciones sobre las Energías Renovables) —CERER—.

2.2. SECTOR DE LA ENERGÍA EÓLICA

El desarrollo de la energía eólica puede resultar interesante para la producción eléctrica, especialmente en la franja costera entre Dakar y San Luis, y en un radio de 50 km, donde la velocidad media anual del viento a 10 m de altura alcanza los 4 m/s. Nuevas mediciones efectuadas entre 30 y 40 m de altura han revelado la existencia de velocidades superiores a 6 m/s.

Para valorar este potencial se han puesto en marcha varios proyectos y programas a partir de los años ochenta con:

- Aerogeneradores (fruto de la cooperación francesa, a través de la Agence Française pour la Maîtrise de l'Energie —Agencia Francesa para la Gestión de la Energía—).
- 200 aerogeneradores de bombeo del Proyecto FIASA (fruto de la cooperación Argentina en 1982).
- Un parque eólico (10 aerogeneradores) en Mboro, fruto de la cooperación italiana en 1989.
- 45 aerogeneradores de bombeo fruto del Proyecto Alizés-Sénegal a partir de 1997.

El desarrollo de la energía eólica es todavía muy incipiente y la potencia total instalada hasta la fecha y verdaderamente operativa no supera los 0,5 MW en todo el territorio nacional.

No obstante, el sector ofrece perspectivas interesantes, a la vista de los datos de vientos registrados por promotores privados en el litoral norte y, sobre todo, de la evolución de la tecnología durante estos últimos años.

2.3. SECTOR DE LA ENERGÍA DE BIOMASA

En Senegal, la biomasa procedente de madera combustible representa la fuente principal de suministro energético para los hogares. Contribuye en un 80% a su balance de consumo energético y constituye, además, la fuente de energía dominante en el balance energético nacional, con más de un 55%. En cuanto al potencial, los estudios llevados a cabo revelan importantes reservas de formaciones forestales al este y sur del país.

Al potencial maderero se suman otros recursos que presentan perspectivas interesantes de valorización energética, en especial para la producción de biocombustible:

- Los subproductos agrícolas (alrededor de 3,3 millones de toneladas de materia seca agrícola) y agroindustriales (cáscaras de arroz y cacahuetes, bagazos, tallos de algodón, etc.), principalmente en el norte, centro, sur y sudeste del país.

- Las especies vegetales (*Jatropha curcas*, totora, girasol, algodón, ricino, sorgo dulce, etc.) cuya explotación a gran escala puede realizarse en diferentes zonas ecogeográficas del país.

Además, el sector de la energía de biomasa presenta posibilidades probadas para la producción de biogás, especialmente a partir de:

- Residuos animales cuyo potencial se calcula en 32.000 toneladas de materia seca al día según el informe ENDA (Medio ambiente y Desarrollo en el Tercer Mundo) de marzo de 2005.
- Residuos de tipo industrial provenientes de mataderos gestionados por la SOGAS (Empresa de Gestión de los Mataderos de Senegal). En un año, las producciones accesibles de biogás a partir de los residuos de mataderos podrían alcanzar los 95.000 m³, es decir, 53 tep en el caso de los residuos sólidos y 125.000 m³, o sea, 70 tep para los residuos líquidos (Base: matadero, año 1999, en todas las regiones del país).
- Residuos domésticos cuya producción teórica de biogás se calcula en 41,4 millones de m³ correspondientes a 23.000 tep, considerando que una tonelada de materia seca produce 180 m³ de biogás.
- Residuos de origen humano (heces y orina).

Desde hace varias décadas, Senegal puede valerse de una experiencia considerable en la utilización de la biomasa como fuente de energía en las industrias agroalimentarias para satisfacer gran parte de su consumo de electricidad y calor. Se trata fundamentalmente de la cáscara de cacahuete y palmiste utilizadas por el "Grupo SUNEOR" (empresa agroalimentaria de Senegal), el bagazo utilizado por la Compagnie Sucrière Sénégalaise (Empresa Azucarera de Senegal) —CSS—, y los tallos de algodón utilizados por la Société de Développement des Fibres Textiles (Empresa de Desarrollo de Fibras Textiles) —SODEFITEX—.

En cuanto al potencial, se calcula que la cantidad de biomasa-energía disponible asciende a 130.000 toneladas.

En lo referente a la Compagnie Sucrière Sénégalaise, se prevé una producción de biocombustible (etanol) ascendente a 10.000

toneladas al año para reducir el consumo de gasolina con una proporción de etanol del 10%.

2.4. SECTOR DE LA ENERGÍA HIDROELÉCTRICA

2.4.1. SUBSECTOR DE LA "GRAN HIDRÁULICA"

Los estudios realizados por la Organisation pour la Mise en Valeur du Fleuve Sénégal (Organización para el Desarrollo del Río Senegal) —OMVS— y la Organisation pour la Mise en Valeur du Fleuve Gambie (Organización para el Desarrollo del Río Gambia) —OMVG—, con vistas a la puesta en marcha de unidades hidroeléctricas, muestran la existencia de varios emplazamientos en los ríos Senegal y Gambia y sus afluentes cuyo potencial se calcula que asciende a cerca de 1.400 MW. Se prevé la explotación de este importante potencial en el marco de estas dos instituciones subregionales.

2.4.2. SUBSECTOR DE LA "PEQUEÑA HIDRÁULICA"

Senegal dispone de emplazamientos explotables localizados, sobre todo en la región de Kédougou (al sudeste del país).

Existen algunos cursos de agua que en la actualidad permiten el desarrollo de pequeñas unidades de producción, especialmente cerca de los lugares de consumo.

Sin embargo, es obligado constatar el insuficiente conocimiento existente sobre este potencial explotable para la pequeña hidráulica. Todavía no se ha registrado ninguna experiencia en este ámbito.

3. DISPOSITIVO ORGANIZATIVO DE APOYO A LA ELABORACIÓN DE UN MARCO REGLAMENTARIO ESPECÍFICO PARA LAS ENERGÍAS RENOVABLES

Para que la elaboración de los textos legislativos y reglamentarios gozara de un amplio consenso, se creó, por orden ministerial, un grupo de trabajo *ad hoc* formado por un panel de representantes de las

instituciones y estructuras públicas, y también privadas, intervinientes en el sector energético de Senegal.

Este grupo de trabajo tenía como cometido coordinar la planificación y las orientaciones de un marco legislativo y reglamentario sobre las energías renovables, ponerse de acuerdo y ofrecer asesoramiento sobre los puntos clave, asegurar el seguimiento permanente de las diferentes etapas de elaboración de la ley y sus decretos de ejecución, y garantizar a todos los actores interesados una información regular sobre el avance de los trabajos.

El grupo estaba compuesto por un representante de cada una de las instituciones u organismos siguientes:

- Ministerio de Energía.
- Ministerio de Energías Renovables y Biocombustibles.
- Ministerio de Medio Ambiente y Protección de la Naturaleza.
- Commission de Régulation du Secteur de l'Electricité —CRSE— (Comisión Reguladora del Sector de la Electricidad).
- Agencia Senegalesa para la Electrificación Rural (ASER).
- Société Nationale d'Electricité —SENELEC— (Empresa Nacional de Electricidad).
- Programa para la Promoción de la Electrificación Rural y el Suministro Sostenible de Combustible Doméstico (PERACOD) / GIZ (Agencia Alemana de Cooperación Internacional al Desarrollo Sostenible).
- Agence Française de Développement (Agencia Francesa de Desarrollo) —AFD—.
- Syndicat Professionnel des Industries Du Sénégal —SPIDS— (Sindicato Profesional de las Industrias de Senegal).

Nota: en la ejecución de su cometido, el grupo de trabajo había acordado otorgarse todas las competencias que considerase necesarias.

De este modo, para facilitar y acelerar el proceso de elaboración de la ley, el Ministerio de Energía, en colaboración con el grupo de trabajo, acordó la realización de dos estudios. El primero versa sobre los aspectos técnicos, económicos y financieros de la producción eléctrica a partir de fuentes de energías renovables en Senegal y ha

sido adjudicado a un consultor, de acuerdo con las normas de contratación pública. El segundo se refiere a la proposición de un marco legislativo y reglamentario favorable al desarrollo de la producción eléctrica a partir de energías renovables.

4. OBSTÁCULOS ENCONTRADOS

4.1. VOLUNTAD POLÍTICA DE LOS RESPONSABLES PÚBLICOS

Los responsables de la toma de decisiones no siempre han tenido la misma percepción que los responsables técnicos en cuanto a los trámites necesarios para implementar el marco legislativo y reglamentario. La oposición entre estas dos partes ha tenido como consecuencia principal el retraso en el inicio de las prestaciones y ha requerido muchos esfuerzos de concienciación, a pesar de disponer de un mandato claro.

4.2. DIVERSIDAD DE LOS ACTORES IMPLICADOS

La diversidad de los participantes no siempre ha facilitado el trabajo en el seno del grupo, pues, en ocasiones, las preocupaciones de unos y otros eran divergentes y había que procurar que los textos fuesen coherentes y tener en cuenta la realidad económica del país.

4.3. DIFICULTADES EN LA RECOGIDA DE INFORMACIÓN Y DATOS TÉCNICOS

La recopilación de datos ha requerido mucho tiempo, pues la información no se encontraba centralizada en una base de datos nacional. Es necesario, por lo tanto, realizar varios desplazamientos a las distintas fuentes para recoger el máximo de información disponible.

Algunos de estos datos debían, a veces, re-actualizarse antes de su explotación.

4.4. FACTORES EXÓGENOS

La existencia de una reglamentación comunitaria exigía que los expertos nacionales tuvieran en cuenta ciertas medidas. Por ejemplo, la Directiva de la UEMOA (Unión Económica y Monetaria de África Occidental) n°02/2009/CM/UEMOA sobre armonización de las legislaciones de los Estados miembros en materia de impuesto sobre el valor añadido (IVA), en su nuevo Artículo 29, prevé un porcentaje reducido del IVA entre el 5 y el 10% que solo puede aplicarse a un máximo de diez bienes y servicios, entre los que se encontrarían, entre otros, los materiales para producir paneles solares.

Desde este punto de vista, se planteó una dificultad importante a los expertos en la elaboración de los nuevos textos en Senegal, ya que los equipamientos de los otros sectores como la energía eólica, biomasa, pequeña hidráulica y biocombustibles no se encuentran incluidos en las ventajas fiscales. Ahora bien, la Ley de Orientación sobre Energías Renovables debía permitir garantizar una exoneración total a las adquisiciones de materiales y equipamiento destinados a la producción de energías renovables para el autoconsumo doméstico.

Tal situación limita enormemente los ambiciosos objetivos del país en su voluntad de tener en cuenta y desarrollar todos los sectores de energías renovables prioritarios por su potencial probado.

5. EVOLUCIÓN DEL MARCO NORMATIVO DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES EN SENEGAL

Para hacer que el entorno institucional fuese favorable al desarrollo de las fuentes de energías renovables, Senegal había adoptado una serie de medidas legislativas y reglamentarias entre las que cabe destacar las siguientes:

- La circular n° 10-226/PM/SGG/EC5 de 21 de diciembre de 1978 relativa a la toma en consideración del sector de la energía solar en los mercados públicos de suministro de energía.

- La Ley n° 81-22 de 25 de junio de 1981 que establece las ventajas fiscales en el ámbito de la utilización de energía solar o eólica.
- La nota de decisión n° 0706/DGD/DERD/BE (1992) de exoneración del derecho fiscal y el IVA para el material escolar.
- La tarificación aduanera reducida para los equipamientos fotovoltaicos y térmicos.
- La Orden n° 29/MEMI de 21 de abril de 1999 de creación de una comisión de control de calidad de los componentes fotovoltaicos.
- La creación de una comisión, llamada CT13, dentro del Institut Sénégalais de Normalisation —ISN— (Instituto Senegalés de Normalización), encargada de la adopción de normas nacionales sobre los componentes fotovoltaicos.
- La creación en 1999 de un laboratorio de prueba y control de los componentes fotovoltaicos.
- La elaboración en el año 2000 del Plan Director de Electrificación Rural a través de energía solar fotovoltaica.

Si bien esta serie de medidas reglamentarias y fiscales ha permitido el desarrollo parcial de las energías renovables en Senegal, hay que reconocer que, para que la producción de electricidad derivada de energías limpias despegue realmente en el contexto actual, se hacía imprescindible la adopción de una ley con mayores incentivos.

Así, en el año 2010 se aprovechó para culminar el proceso de consolidación del marco institucional, legislativo y reglamentario haciéndolo más acorde a la nueva visión del gobierno.

Con este fin, se promulgaron en diciembre de 2010 dos leyes de orientación: una sobre energías renovables y otra sobre biocombustibles.

Seguidamente, se adoptaron dos decretos de ejecución de esta Ley de Orientación sobre Energías Renovables para ofrecer un marco coherente y suficientemente atractivo que invite al sector privado, nacional e internacional, a participar en los esfuerzos de desarrollo de las energías renovables. Estos dos decretos son el Decreto n° 2011-2013 de 21 de diciembre de 2011 y el Decreto n° 2011-2014 de 21 de diciembre de 2011.

El primer decreto fija las condiciones de compra y venta de la electricidad producida por centrales a partir de las fuentes de energías renovables y su conexión a la red.

El segundo fija las condiciones de compra y venta del excedente de energía eléctrica de origen renovable proveniente de una producción para el autoconsumo.

En definitiva, ambos textos tienen como objetivo incentivar a las empresas y familias a invertir en el sector de las energías renovables para su propio consumo.

Por su parte, la Ley de Orientación sobre Biocombustibles ha sido promulgada y su decreto de ejecución está en trámite de adopción.

6. PUESTA EN MARCHA DEL MARCO NORMATIVO

Para la ejecución del Decreto n° 2011-2013, se ha iniciado la elaboración de una orden de creación de un comité de selección y aprobación con el fin de que, por un lado, los promotores e inversores dispongan de aprobación para desarrollar sus proyectos; y, por otro, el gobierno tenga visibilidad en la planificación de sus necesidades de producción independiente de electricidad a partir de fuentes de energías renovables para inyectarla en la red.

De este modo, hasta el 21 de diciembre de 2012, los proyectos de energías renovables deberán ser objeto de un análisis exhaustivo por parte del Comité, de conformidad con el artículo 19 de la Ley n° 2010-21 de aprobación de la Ley de Orientación sobre las Energías Renovables.

Sin embargo, cabe señalar que, a partir de esta fecha de 21 de diciembre de 2012, el gobierno adjudicará, siempre mediante licitación, todas las nuevas capacidades a instalar en el territorio.

AUTOR

Ismaila Lo, Jefe de la División de Energía Solar de la Dirección de la Promoción de las Energías Renovables en el Ministerio de Energía y Minas de Senegal.

www.gouv.sn

EL LUGAR QUE OCUPAN LAS ENERGÍAS RENOVABLES EN LAS CONCESIONES DE ELECTRIFICACIÓN RURAL EN SENEGAL

CHEIKH WADE
ASER

RESUMEN

En estos últimos años, la política de electrificación rural de Senegal se ha redefinido con respecto a la situación de los años noventa. Se ha adoptado un nuevo enfoque a partir del año 2000 y, unos años más tarde, se han habilitado todos los instrumentos necesarios para que el país pueda aumentar el acceso a la electrificación rural de modo efectivo y sostenible. El presente artículo ofrece una perspectiva general de las diferentes opciones implementadas en el país y las oportunidades para los inversores.

Palabras clave: electrificación rural, energías renovables, Senegal, marco reglamentario.

1. MARCO LEGISLATIVO Y REGLAMENTARIO DE LA ELECTRIFICACIÓN RURAL EN SENEGAL

1.1. VISIÓN GLOBAL DE LA HISTORIA DEL DESARROLLO DE LA ELECTRIFICACIÓN RURAL

En 1998, más del 95% de los hogares rurales senegaleses no tenían acceso a la electricidad. En algunas localidades del país, las escuelas y dispensarios debían prestar sus servicios sin electricidad. El contexto de la electrificación rural se caracterizaba por:

a) A nivel institucional:

- Una ausencia de visión a largo plazo del desarrollo de la electrificación rural.
- Un monopolio público.
- Una única fuente de financiación: el Estado.
- Inexistencia de un marco atractivo que incentivara al sector privado.
- Una tarifa única para el conjunto del territorio (una perecuación nacional).

b) A nivel técnico:

- Un enfoque de electrificación dominante basado en la extensión de la red eléctrica de media tensión de SENELEC (empresa nacional de electricidad de Senegal) o en minirredes autónomas alimentadas por grupos electrógenos.
- El recurso poco frecuente a opciones descentralizadas y energías renovables.

En un contexto de estas características, parecía evidente que las oportunidades de desarrollo constante de la electrificación rural eran muy limitadas. Ahora bien, el objetivo del gobierno de Senegal en este subsector es asegurar el acceso a la electricidad de un mayor número de hogares rurales para hacer frente a las necesidades de desarrollo económico y social del país. Senegal tenía la ambición de llevar el índice de electrificación a cerca del 50% en 2012.

La amplitud de los desafíos de sus enfoques técnicos, no siempre adaptados, y la escasez de recursos financieros han llevado a los

poderes públicos a orientarse hacia un nuevo rumbo de la electrificación rural basado en una Asociación Público-Privada (APP).

1.2. REFORMA INSTITUCIONAL Y NUEVO MARCO LEGISLATIVO DE LA ELECTRIFICACIÓN RURAL

Para tener en cuenta este nuevo orden de cosas, el Estado de Senegal promulgó en 1998 la Ley 98-24, de 14 de abril de 1998. A través de esta opción, Senegal dio los primeros pasos basándose en:

- La afirmación del carácter específico y prioritario de la electrificación rural, perteneciente tanto al sector comercial como al equipamiento rural.
- La ubicación de la electrificación rural en una perspectiva de desarrollo económico y social sostenible (Estrategia de Reducción de la Pobreza), mediante la exigencia de reproducibilidad y viabilidad técnica y económica en el montaje de las operaciones.
- La implicación de los inversores privados nacionales e internacionales, de las asociaciones, ONG y colectividades locales como actores motores del desarrollo de la electrificación rural.

La nueva ley ha permitido la definición e implantación de un marco legislativo y reglamentario que ha liberalizado el subsector de la electricidad mediante, entre otras medidas:

- La creación de una agencia dedicada a la electrificación rural: la Agence Sénégalaise d'Electrification Rurale (ASER).
- La creación de una Comisión Reguladora del Sector de la Electricidad (CRSE).
- La adopción de una carta de política específica para el desarrollo de la electrificación rural en 2004, readaptada en 2007.
- La implementación de un mecanismo permanente de financiación del desarrollo de la electrificación rural: el Fondo de Electrificación Rural (FER) creado por Decreto n° 2006-247, de 21 de marzo de 2006.
- La instauración de mecanismos de alimentación del FER, por la ley n° 2006-18, de 30 de junio de 2006, que creó el canon de electrificación rural.

- La promoción del sector privado al rango de actor principal de la electrificación rural, en el marco de una Asociación Público Privada (APP).
- La adopción del concepto de Concesión de la Electrificación Rural como marco de la puesta en marcha de la política de electrificación rural.
- La instauración de la neutralidad tecnológica en los enfoques de electrificación, favoreciendo la diversificación de las tecnologías y dejando mucho espacio a las energías renovables.

1.3. LA ELECTRIFICACIÓN MEDIANTE EL ENFOQUE DE LAS CONCESIONES

La Agencia Senegalesa de Electrificación Rural (ASER), a cargo del programa de electrificación rural, ha emprendido un ambicioso programa de electrificación rural, basado en una asociación público-privada (nacional y extranjera) sostenible, para poder movilizar las inversiones importantes necesarias. Este amplio programa se basa en la concesión del servicio de electricidad del territorio nacional mediante dos sistemas:

- Las concesiones de tipo 1, llamadas Concesiones de Electrificación Rural (CER), adoptadas como marco de puesta en marcha del programa prioritario de electrificación rural del Estado.
- Las concesiones de tipo 2, llamadas ERIL (Electrificación Rural a Iniciativa Local), llevadas a cabo por operadores locales (colectivos locales, asociaciones de consumidores o de inmigrantes, de lugares y otras asociaciones comunitarias de base).

1.4. CONCESIONES DE TIPO 1: CONCESIONES DE ELECTRIFICACIÓN RURAL (CER)

Se trata de un programa prioritario del Estado basado en la división del país en diez CER atribuidas a operadores privados que asegura la gestión durante 25 años. Cada concesión reúne, en el ámbito geográfico de una o varias provincias, al conjunto de pueblos todavía no electrificados, situados fuera del perímetro

del operador tradicional: SENELEC. Presenta las características siguientes:

- Un potencial de posibles usuarios de alrededor de 5.000 a 20.000 hogares, repartidos en un territorio con un radio medio de, aproximadamente, 100 km.
- Un volumen de inversiones necesarias para sufragar una concesión de entre 3.326 y 10.337 M FCFA.
- Un nivel de subvención requerido, para garantizar su viabilidad económica, de entre el 20% y el 80% del volumen de las inversiones, dependiendo de si la zona es rica o pobre.

1.5. CONCESIÓN DE TIPO 2: ELECTRIFICACIÓN RURAL A INICIATIVA LOCAL (ERIL) O PROYECTOS DE ELECTRIFICACIÓN LLAMADOS ESPONTÁNEOS

En lugar de esperar a ser incluidas en un programa de las CER, las poblaciones, a través de sus asociaciones (asociaciones de consumidores y de inmigrantes) y los operadores locales (comerciantes) pueden llevar a cabo proyectos de electrificación rural, con el apoyo de la ASER. Los proyectos ERIL son proyectos a iniciativa local que permiten iniciar la electrificación de uno o varios pueblos hasta que la zona en cuestión sea objeto de concesión, o completen los objetivos contractuales de un concesionario-operador privado titular de una CER. La ASER debe proceder regularmente (cada seis meses) a la convocatoria de licitaciones para proyectos ERIL.

1.6. SUPERVISIÓN Y ORIENTACIÓN DE LOS USUARIOS RURALES

La implantación de este sistema de electrificación rural llevó aparejada la incorporación a las concesiones de las siguientes opciones innovadoras de gestión de la clientela:

- Tarifas por nivel de servicio basadas en la venta de servicios eléctricos y no en el kWh para los clientes de bajo consumo, con la aplicación de tarifas fijas.

- Misma tarifa para igual nivel de servicio, sea cual sea la tecnología utilizada.
- Diferentes tarifas dependiendo de la concesión.
- Financiación previa por parte del operador de servicios conexos, como instalaciones interiores y sustitución de las bombillas de bajo consumo.
- Reembolso escalonado de los contratos de alta de suministro eléctrico, a través de la facturación periódica (componente no energético).

2. LUGAR QUE OCUPAN Y PAPEL QUE JUEGAN LAS ENERGÍAS RENOVABLES EN LA ELECTRIFICACIÓN RURAL

El concepto de "neutralidad tecnológica" coloca en condiciones de igualdad a todas las tecnologías maduras y probadas, con el objetivo principal de electrificar el máximo de hogares al mínimo coste, basándose en una única certeza: la optimización técnico-económica. Este enfoque ha permitido recurrir bastante a las energías renovables (sobre todo, la solar fotovoltaica), muy adaptadas a la configuración geográfica de las zonas rurales de Senegal.

Así, el recurso a la tecnología solar fotovoltaica, muy poco utilizada hasta entonces como técnica de electrificación (solo 850 kWp de potencia instalada en 2000), ha sido muy fomentado por las autoridades. De este modo, la situación del país en materia de cobertura de servicios eléctricos mejoró considerablemente entre 2000 y 2007, pasando el índice de electrificación rural global del 8 al 16%, con una potencia instalada de más de 2.000 kWp al final de 2007, y de cerca de 3.000 kWp en 2010, con un índice del 23%.

Las distintas soluciones técnicas ofrecen una amplia gama de servicios:

- a) *Las centrales solares híbridas:* constatamos actualmente que la ASER cuenta con una política muy avanzada sobre los sistemas híbridos (FV-diésel-batería o FV-eólica-diésel-batería) y tiene un interés especial en ellos por la idea de convertir en híbridas todas las

centrales diésel existentes de las redes autónomas. Estos tipos de centrales presentan las siguientes características: 1) campo FV de 5 a 40 kWp; 2) grupo electrógeno de 10 a 60 kVA; 3) banco de baterías de almacenamiento de 1.200 a 2.300 Ah. Alimentan minirredes de BT y proporcionan energía las 24 horas del día.

- b) *Los sistemas solares individuales*: 1) los SFF (Sistemas Fotovoltaicos Familiares) para satisfacer las necesidades de electricidad de los hogares, con una potencia posible prevista de 50 a 160 Wp; 2) los sistemas llamados comunitarios, destinados a la electrificación de las estructuras socioeconómicas (escuelas, hospitales rurales, casas del pueblo, lugares de culto), con potencia de 300 a 1.500 Wp.
- c) *Las farolas solares*: para la iluminación de las calles, arterias y plazas públicas.
- d) *Los sistemas para realización de actividades generadoras de ingresos*: molinos solares, minibombas e irrigadores para facilitar el desarrollo de actividades productivas.

3. PUESTA EN MARCHA DE PROYECTOS DE ENERGÍAS RENOVABLES EN LOS PROGRAMAS DE ELECTRIFICACIÓN RURAL

3.1. EN LAS CONCESIONES DE TIPO 1

Desde la implantación de las primeras CER, con financiación del Banco Mundial por una cantidad total de 29,9 MUS\$, a la que se sumó una donación de 5 MUS\$ del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF, según sus siglas en inglés) para la promoción de las energías renovables, mediante una discriminación positiva. Lo que deberá permitir, en el marco de una de las primeras concesiones financiada por el Banco Mundial y ya adjudicada a una empresa marroquí (ONE), favorecer las energías renovables con la obligación de conectar a la red eléctrica a 19.574 clientes rurales, basándose en el principio de neutralidad tecnológica, es decir, electrificar los hogares con la opción tecnológica más adaptada (conexión a la red o a través de sistemas descentralizados como grupos electrógenos, central híbrida, central solar o sistema fotovoltaico familiar —SFF—).

Al mismo tiempo, mientras se completa el procedimiento de adjudicación de todas las concesiones previstas, la ASER ha tenido que ejecutar proyectos y programas de electrificación centrados, total o parcialmente, en la utilización de la energía solar fotovoltaica para hacer más atractivas las concesiones. Pueden citarse los siguientes proyectos:

- Proyecto de electrificación, a través de 300 sistemas fotovoltaicos familiares, en 90 localidades de la comunidad rural de Wack Ngouna (región de Kaolack).
- Proyecto de iluminación pública: instalación de 1.000 farolas solares en 90 localidades definidas de las siguientes regiones (Thiès, San Luis, Diourbel, Ziguinchor, Kolda y Tambacounda).
- Segundo Programa FAD (Fondo de Ayuda al Desarrollo) —España—: Instalación de 10.000 SFF, 9 centrales híbridas (solar/diésel), una unidad de desalinización de agua del mar y 20 molinos solares.
- Primer Programa FAD (España): colocación de 2.648 farolas de iluminación pública solar en el marco de la instalación de 662 sistemas comunitarios fotovoltaicos en distintas regiones del país.
- Programa de electrificación con financiación de la India: electrificación armonizada de 24 pueblos (SFF, sistemas FV comunitarios, iluminación pública), a través de la instalación de 640 SFF, 120 farolas solares y 486 sistemas FV comunitarios. Proyecto de electrificación con energía solar FV de las islas de la región de Ziguinchor, con financiación de la condonación de la deuda entre España y Senegal: dos pueblos importantes con dos centrales híbridas: campo FV 30kWp + grupo electrógeno 50 kVA + banco de batería de 300 kWh (cada una) y 22 pueblos armonizados (SFF, sistemas FV comunitarios e iluminación pública).

3.2. EN LAS CONCESIONES DE TIPO 2

Del examen de las ofertas de proyectos ERIL presentadas a la primera convocatoria de licitación con fecha de enero y julio de 2007, resultó

que todos los proyectos pertenecían al ámbito de la energía solar FV. Las ofertas seleccionadas consisten en proyectos ERIL financiados por fondos internacionales.

3.2.1. PROGRAMA ERSEN

En el marco de las concesiones de tipo 2, el Programa Germano-Senegalés para la Promoción de la Electrificación rural y el Aprovechamiento Sostenible de Combustibles Domésticos (PERACOD) inició el proyecto denominado ERSEN. Este proyecto, cofinanciado por los Países Bajos, apoya a la ASER en la consecución de los objetivos fijados por el Estado de Senegal. El proyecto ERSEN se basa, principalmente, en la utilización de las energías renovables y está destinado a los pueblos de menos de 800 habitantes, localidades no prioritarias en el ámbito de las CER. 215 pueblos aislados tendrán electricidad gracias, principalmente, a sistemas solares y, accesoriamente, a su conexión a la red.

La metodología del proyecto permite electrificar zonas aisladas no electrificadas hasta el momento por los cauces habituales, como la extensión de la red. Para mejorar la calidad de los servicios básicos ofrecidos a los lugareños, cada pueblo seleccionado debe disponer de, al menos, una escuela y una estructura de salud pública. Así, los sistemas eléctricos solares aseguran el suministro eléctrico de los hogares y también de la escuela y del dispensario.

Este programa ha permitido ejecutar las siguientes actuaciones:

- Programa ERSEN I: electrificación armonizada de 74 pueblos de los cuales 57 se han realizado mediante SFF (1.000 SFF + 200 farolas solares) y 17, mediante centrales híbridas (FV-diésel).
- Proyecto ERSEN NDELLE: electrificación de un pueblo mediante una central solar de 8,2 kWp instalados (funcionamiento en isla), cuya gestión se realiza por un Sony Island y la inyección en la red por tres Sunny Boy, con una red de baja tensión monofásica.
- Programa ERSEN II: electrificación armonizada de 141 pueblos: 74 pueblos con SFF (2.000 SFF+240 farolas) + 16 pueblos por extensión de la red MT + 51 pueblos mediante centrales híbridas (50 FV-diésel + 1 FV-eólica-diésel).

- El proyecto piloto de electrificación rural en Sine Moussa Abdou: una central híbrida FV-eólica-diésel-batería-campo FV de 5 KWc, aerogenerador de 5 kW, grupo electrógeno de 10 kVA y batería de almacenamiento de 2.500 Ah / 48 Vdc.

3.2.2. PROGRAMA OUWENS

El Fondo Daey Ouwens tiene como objetivo permitir a un mayor número de habitantes de los países menos avanzados (PMA) tener acceso a la energía, fomentando proyectos a pequeña escala en el ámbito del suministro energético sostenible y creador de empleo.

Este fondo está incluido en el marco del objetivo global de los Países Bajos de contribuir a la consecución de los ocho objetivos de las Naciones Unidas llamados Objetivos del Milenio para el Desarrollo, especialmente el objetivo nº 1: "Eliminar el hambre y la pobreza extrema", y el objetivo nº 7: "Crear un medio ambiente sostenible".

Los proyectos susceptibles de obtener una subvención deben contribuir al acceso a la energía de los hogares, pequeñas empresas, escuelas, centros sanitarios o infraestructuras de telecomunicaciones e informática. Las inversiones realizadas en las instalaciones técnicas deben incluirse en un conjunto más amplio que tenga asimismo en cuenta cuestiones tales como el mantenimiento y la gestión.

La ASER ha respondido a la segunda convocatoria de licitación y su programa ha sido seleccionado.

El programa propuesto por la ASER consistía en la electrificación de 35 pueblos, repartidos en 7 proyectos ERIL y situados en las regiones de Matam y Ziguinchor.

En 19 pueblos se instalarán 19 mini centrales fotovoltaicas repartidas del modo siguiente:

- 1 mini central de 10 kWp.
- 11 mini centrales de 15 kWp.
- 5 mini centrales de 20 kWp.
- 2 mini centrales de 25 kWp.

En los otros 16 pueblos se instalarán en total 194 SFF de tres potencias diferentes:

- 26 sistemas de 50 Wp de potencia.
- 50 sistemas de 75 Wp de potencia.
- 118 sistemas de 150 Wp de potencia.

4. CONSIDERACIÓN DEL NUEVO MARCO INSTITUCIONAL DEL SECTOR DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES EN LOS PROGRAMAS DE ELECTRIFICACIÓN RURAL

Senegal ha emprendido un proceso de promoción de las energías renovables, iniciando la elaboración de leyes y reglamentos que permitan al sector privado invertir en el sector de estas energías en general y autoricen la inyección en la red. Ello se ha materializado con la promulgación reciente de una ley de orientación sobre las energías renovables y la adopción de decretos de ejecución que han permitido la elaboración final de todos los documentos reglamentarios y jurídicos básicos del nuevo marco institucional del sector de las energías renovables.

En las disposiciones parciales de este nuevo marco reglamentario, los sistemas individuales fotovoltaicos (SFF, sistemas FV comunitarios, centrales híbridas FV, etc.) tendrán la posibilidad de inyectar en la red el excedente de producción, lo que deberá jugar un papel preponderante, según el ejemplo de las experiencias de países como Alemania, España y Japón. Debemos recordar que, en Alemania, cerca de 6 GW de potencia instalada sobre los tejados se inyectan en la red.

Ciertamente, los enfoques implementados en estos países se refieren a sistemas que inyectan la totalidad de su producción en las redes. La opción preconizada en Senegal pretende dar la posibilidad a los usuarios y propietarios de las instalaciones de autoalimentarse con energía limpia e inyectar el excedente en la red, aprovechando los incentivos previstos en los nuevos reglamentos.

Este enfoque exigirá la adaptación de los sistemas clásicos vigentes en los países desarrollados para tener en cuenta este orden

de cosas específico de Senegal. El proyecto MACSEN-PV llega a tiempo de hacerse cargo de toda esta dimensión.

El proyecto MACSEN-PV está concebido como una plataforma de cooperación técnica entre Senegal y las Islas Canarias (España) en el ámbito de la integración de las energías renovables en las redes eléctricas y está financiado por el programa europeo PCT MAC-2007-2013 (segunda convocatoria: la cooperación con terceros países. <http://www.pct-mac.org/>).

4.1. RESUMEN DEL PROYECTO MACSEN-PV

- Duración del proyecto: 24 meses (octubre 2010-septiembre 2012).
- Las entidades siguientes, socias en este proyecto, han tenido que elaborar conjuntamente el expediente de cualificación para este programa europeo de financiación del sector de las energías renovables:
 - Instituto Tecnológico de Energías Renovables, S. A. –ITER– Responsable del proyecto (Tenerife). www.iter.es
 - Agencia Insular de Energía de Tenerife, Fundación Canaria –AIET– Socio 1 (Tenerife). www.agenergia.org
 - Agencia Senegalesa de Electrificación Rural –ASER– Socio 2 (Senegal). <http://www.aser.sn/>
 - Centre d’Etudes et de Recherches sur les Energies Renouvelables –CERER (Centro de Estudios e Investigación sobre las Energías Renovables)– Socio 3 (Senegal). <http://cerer.ucad.sn/>

La Agencia Senegalesa de Electrificación Rural (ASER), uno de los actores principales del país en la difusión de los sistemas individuales (SFF, sistemas FV comunitarios, centrales solares FV), deberá hacer suya esta tecnología de inyección en la red (transferencia de competencia y tecnología), para poder conectar a la red las instalaciones fotovoltaicas del mundo rural, desde que esta esté presente (electrificación por extensión de la red) en las localidades que previamente cuenten con energía solar.

Ello permitirá, en el futuro, que los operadores privados de las concesiones de electrificación rural y sus usuarios aprovechen las oportunidades (incentivos) ofrecidas por el nuevo marco legislativo del sector de las energías renovables.

AUTOR

Cheikh Wade. Especialista Superior en Energía, Responsable de la Unidad de Innovación y Energías Renovables de la Agence sénégalaise d'électrification rurale –ASER– (Agencia Senegalesa para la Electrificación Rural).

www.aser.sn

ENERGÍAS RENOVABLES: EXPERIENCIAS Y TENDENCIAS DE DESARROLLO EN MAURITANIA

A. K. MAHMOUD, A. MOHAMED YAHYA Y A. MAOULOUD
ANADER

RESUMEN

El presente trabajo presenta las experiencias y tendencias de desarrollo de las energías renovables en Mauritania. Su primera parte está dedicada al inventario de las actuaciones anteriores a la creación del CRAER, Centre de Recherche Appliquée aux Énergies Renouvelables (Centro de Investigación Aplicada a las Energías Renovables). La segunda parte de este trabajo presenta las múltiples actuaciones, de gran prestigio y altas miras, en materia de energías renovables; las más interesantes marcaron el periodo que va desde la creación del CRAER hasta hoy. Finalmente, la tercera parte trata de la implementación de las primeras aplicaciones de los SH "sistemas híbridos" tipo para lugares aislados, dando especial relevancia a los dos últimos años que han sido escenario de las más importantes, en términos de potencia, y destacando el vínculo con la creación de la Agence Nationale de Développement des Énergies Renouvelables —ANADER— (Agencia Nacional de Desarrollo de las Energías Renovables). En cada caso, nos hemos referido a las causas y tendencias de desarrollo.

Palabras clave: desarrollo, Mauritania, energías renovables, CRAER, ANADER.

1. INTRODUCCIÓN

Las energías renovables (EERR) se consideran actualmente como una de las soluciones a los problemas energéticos de los países en vías de desarrollo. Su competitividad es indiscutible en las zonas de difícil acceso a la red eléctrica, tanto en el plano de la mejora de las condiciones de vida como en el del desarrollo de las actividades industriales. Diferentes autores se han pronunciado en este sentido y así se ha demostrado en la práctica sobre el terreno. En efecto, hasta ahora la producción eléctrica en Mauritania provenía principalmente de la transformación de los recursos naturales fósiles. Este modo de producción plantea problemas de importancia creciente con los años. Se trata de la desaparición, prevista en el siglo XXI, de las principales fuentes de energía fósil y las obligaciones medioambientales sobre emisiones a la atmósfera de gases con efecto invernadero (principalmente CO₂ y CH₄).

Además, la dependencia energética de Mauritania iba en aumento, pudiendo pasar al límite en el que se frena el crecimiento económico en los próximos veinte años, si no se tomaban medidas para intentar corregir esta tendencia, al tener un margen de manobra muy reducido a nivel de oferta energética. Conscientes del peligro, la mayor parte de los países del Sahel se han pronunciado sobre la necesidad de promover las energías renovables.

La experiencia de Mauritania en el campo de las energías renovables puede exponerse en tres fases. La primera fase viene delimitada en el tiempo por la creación del Centre de Recherche Appliquée aux Energies Renouvelables, CRAER. En esta fase se produjo un cierto número de actuaciones abocadas al fracaso debido a la falta de potencial humano y de personal especializado. Así, las experiencias en materia de energías renovables anteriores a la creación del CRAER resultaron un fracaso en demasiadas ocasiones y las instalaciones se encuentran, hoy en día, completamente abandonadas. En la segunda fase, coincidente con la creación del CRAER, se

estableció un equipo de formadores especializados en el sector, de modo que varios técnicos y especialistas han seguido la formación propuesta por el centro. Como el CRAER era un centro de investigación universitaria, se quedó encerrado en el recinto de la Universidad de Nouakchott, limitándose a la comunidad científica y universitaria, y no ha sabido llegar a una gran parte de la población y, así, penetrar en el tejido socioeconómico de la sociedad mauritana. Las energías renovables han alcanzado la tercera y actual fase con la creación de la Agencia Nacional de Desarrollo de las Energías Renovables, ANADER. Mediante este nuevo organismo, el estado mauritano ha implementado una política energética cuyo eje fundamental es la integración masiva de las fuentes de energías renovables en el sistema de producción energética.

En este marco se incluye el presente trabajo sobre las experiencias y tendencias de desarrollo de las EERR en Mauritania. Los tres periodos se ilustrarán con ejemplos más adelante.

2. PRIMERA FASE

Los proyectos de este periodo han estado en parte vinculados al proyecto Alizé de Mauritania, al Proyecto Regional Solar (PRS), a los hogares mejorados llevados a cabo por las Cellules Nationales des Énergies Alternatives —CNEA— (Unidades Nacionales para las Energías Alternativas), a los proyectos de desalinización del agua del PNBA (Parque Nacional del Banco de Arguin), y, por último, a los proyectos de la Agence de Développement de l'Electrification Rurale —ADER— (Agencia de Desarrollo de la Electrificación Rural), consistentes en kits solares individuales. La falta de experiencia en el sector y la carencia de personal especializado competente para el mantenimiento de las instalaciones, así como la inadecuación del material instalado a las condiciones de su ubicación, han dado lugar a la puesta en tela de juicio de la mayor parte de tales instalaciones y a su total abandono, en algunos casos.

El cuadro 1 ilustra diversas actuaciones de esta época y su situación actual:

CUADRO 1

LUGAR DEL PROYECTO	PROCEDIMIENTO Y NÚMERO DE UNIDADES	FUENTE DE ENERGÍA Y POTENCIA INSTALADA	CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN	AÑO DE FUNCIONAMIENTO	SITUACIÓN ACTUAL
Ten Alloul	Abastecimiento de agua potable del pueblo de Ten Alloul	2 aerogeneradores de 2x15 KVA junto con un grupo diésel 22 KVA		1991	Fracaso, antes de su puesta en marcha.
BLAWACK	Destilación solar tipo invernadero 20 unidades	Energía solar	100 l / j	1982-1989	La instalación incluía 10 destiladores solares tipo invernadero, fijos destinados al abastecimiento de agua potable del pueblo de BLAWACK. La producción prevista inicialmente de 100 L/j no superó en la realidad los 50 L/j y se ralentizó progresivamente hasta el 89. La falta de mantenimiento y reposición del material acabaron con la instalación.
IWICK	Destilación solar tipo invernadero 60 unidades	Energía solar	380 l / j - 200 l / j	1981-rehabilitación 1988	La instalación de 60 destiladores solares tipo invernadero montados en cascada, destinados al abastecimiento de agua potable de la estación de investigación de IWICK. La primera fase de funcionamiento, a partir de 1981, mostró los numerosos defectos del sistema y su inadaptación a las condiciones locales (escasa estanquidad, cristales desprendidos, falta de aislamiento de los captadores...). En 1988 se llevó a cabo una revisión completa de la instalación, gracias a la cual la producción aumentó a 380 l/j, pero la falta de mantenimiento por carecer de personal cualificado llevó al abandono progresivo de la instalación.

CUADRO 1 (CONT.)

LUGAR DEL PROYECTO	PROCEDIMIENTO Y NÚMERO DE UNIDADES	FUENTE DE ENERGÍA Y POTENCIA INSTALADA	CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN	AÑO DE FUNCIONAMIENTO	SITUACIÓN ACTUAL
PNBA (1ª experiencia)	Destiladores solares individuales con efecto invernadero 100 unidades	Energía solar	4 (l/ m³) - de 2 a 3 l/ m²	1980-abandono progresivo	El modelo de los destiladores instalados resultó frágil y poco adaptado a las rudas condiciones del lugar (desprendimiento de los paneles, cristales rotos, etc.). El agua producida era de mala calidad (mal sabor, mineralización insuficiente). Así, la duración de este proyecto no superó el año de vida y los destiladores fueron abandonados progresivamente.
M'Bial	Recarga de baterías de uso doméstico para los habitantes del pueblo	Energía eólica: Aerogeneradores X			Se abandonó una muestra de los primeros aerogeneradores.



IMAGEN 1. BALAWACK.
EJEMPLO DE DESTILADOR
SOLAR ABANDONADO
(MAURITANIA).

3. SEGUNDA FASE

La creación del Centro de Investigación Aplicada a las Energías Renovables (CRAER, en sus siglas en francés) habilitó al personal cualificado capaz de realizar el seguimiento de todo el proceso de ejecución de proyectos en el campo de las energías renovables. Mediante la experimentación con sistemas piloto, el CRAER ha podido proporcionar una biblioteca fiable, avalada, flexible y evolutiva de modelos configurables representativos de las fuentes y de los intercambiadores de energía eléctrica: los aerogeneradores, los sistemas fotovoltaicos y las baterías de acumuladores. Tras este periodo dedicado exclusivamente a la divulgación, formación e investigación en este ámbito, el CRAER no ha sabido conectar estas actuaciones con el tejido socioeconómico de la población; una conexión que ha resultado ser realmente difícil.

El cuadro 2 presenta un ejemplo de las múltiples actuaciones, de gran prestigio y altas miras, en el ámbito de las energías renovables; las más interesantes marcaron el periodo que va desde la creación del CRAER hasta hoy.

TIPO DE PROYECTO	TEMA	LUGAR	RESPONSABLE	FINANCIACIÓN	FECHA
Solar	Proyecto Eau Mauri: instalación de desaladoras solares en el litoral mauritano para responder a las necesidades de agua potable de la población	CRAER	CRAER	Cooperación interuniversitaria franco-mauritana	2007
	Instalación de un desalador solar en la Facultad de Ciencias y Tecnología de Nouakchott	CRAER	CRAER	Cooperación interuniversitaria franco-mauritana	2007
	Instalación de desaladoras en el ISET (Instituto Superior de Tecnología) de Rosso	ISSET		ISSET	2009
	Instalación de desaladoras solares en el ISET de Rosso	ISSET			2009
	Instalación de 950 kWp repartidos del modo siguiente: bombeo, 1%, e iluminación y refrigeración, 81%				2001
	Proyecto de electrificación de 208 localidades mediante sistemas solares fotovoltaicos (3.000 kits)	Wilaya de L'Adrar de Dakhlet Nouadhibou y Tarza		Fondo Africano de Desarrollo (FAD)-España	
	Electrificación mediante kit solar de 4.000 hogares	Hodh Echargui, Hodh el Gharbi, Assaba, Tagant y Brakna			
	Estudio del potencial eólico del litoral		ITC		1997-1998
	Instalación de un sistema híbrido (eólico-diésel-FV) en el parque de energías renovables	Facultad de Ciencias y Tecnología de Nouakchott (FST)	ITC	Cooperación Española	2000

4. TERCERA FASE

El presente contexto político y económico en Mauritania se resume en la actual liberalización del mercado de la electricidad, a petición de los principales financiadores. En este contexto, el Estado ha promulgado la Ley n° 2001-19 de aprobación del Código de la Electricidad que exige la obtención de licencia del Ministerio de Energía, a propuesta de la Autorité de Régulation "ARE" (Autoridad Reguladora), para el ejercicio de cualquier actividad de producción, transporte, distribución y venta de electricidad, a excepción de las centrales de potencia instalada inferior a 30 kVA y las de instalaciones militares. La licencia se otorga mediante licitación con pliego de condiciones. El Código de la Electricidad establece asimismo que las tarifas eléctricas sean homologadas por el Ministerio de Energía y que la ARE definirá los principios rectores de las tarifas, ya que el objetivo de la ley es diversificar la oferta de producción y distribución de energía eléctrica, favoreciendo la competencia. Para conseguirlo se encuentran en trámite de elaboración otras reglamentaciones progresivas. En todo caso, de cara al futuro, la ANADER contará con una legislación con incentivos, clara, fuerte y duradera, para garantizar el pleno desarrollo de las energías renovables en nuestro país.

De este modo, pese a las dificultades inherentes a una tipología y coyuntura internacional desfavorables, durante estos tres últimos años se ha producido un aumento considerable del índice de electrificación en zonas rurales y semiurbanas. 17 ciudades han sido electrificadas mediante redes y se han distribuido cerca de 8.000 kits solares; más de cuarenta localidades están siendo electrificadas mediante redes por la Agence de Promotion de l'Accès Universel aux Services—APAUS— (Agencia de Promoción del Acceso Universal a los Servicios) y una asociación de profesionales del desarrollo solidario (GRET), cuya financiación ya se ha conseguido y cuyos proyectos se han iniciado; 4.000 kits solares están siendo instalados por la ADER y la APAUS, cuya financiación ya se ha obtenido y cuyos proyectos se han iniciado; e importantes proyectos de centrales solares y parques eólicos están en curso de realización por parte de la ANADER. Una vez ultimados dichos proyectos, centenares de miles de ciudadanos tendrán acceso a la electricidad.

En este sentido, la ANADER ha combinado todas estas actuaciones gracias a la existencia de un importante potencial solar, eólico e hidráulico y las ha conjugado con los esfuerzos sectoriales del conjunto de actores del sector para iniciar así el proceso de integración de las energías renovables en el balance energético nacional. Además de destacar los recursos naturales, la Agencia tiene como objetivo atraer a inversores privados mediante el desarrollo de diversos mecanismos de financiación, entre los que se encuentran los PPA, Power Purchase Agreement (contratos de compra de electricidad). Tales tipos de contratos han sido citados como modelo de asociación en la mesa redonda de Bruselas sobre Mauritania y constituirán, en el futuro, un vector fundamental de desarrollo en los ámbitos principales.

Sin embargo, los modos de producción adoptados en este ámbito por la ANADER, la Société Nationale Industrielle et Minière SNIM (Empresa Nacional Industrial y Minera), la Société Mauritanienne d'Electricité SOMELEC (Empresa Mauritana de Electricidad) y la APAUS se basan actualmente en la transformación de energía renovable (eólica, solar, etc.) mediante dos sistemas:

1. Producción eléctrica, a través de fuentes de energía renovable, inyectada en las redes que se van a desarrollar en torno a las grandes ciudades de Nouakchott y Nouadhibou.
2. Producción eléctrica, a través de los sistemas híbridos para lugares aislados, que se utilizarán cada vez más en el resto del territorio. Este sector de la producción descentralizada de energía tiende a concebir sistemas de producción de energía competitivos, baratos y poco contaminantes. Hay una simbiosis perfecta entre estas aplicaciones y las nuevas tecnologías de producción (aerogeneradores, instalaciones fotovoltaicas) y de almacenamiento (nuevos acumuladores, supercondensadores, etc.) de energía que son ya parte integrante de las cadenas de producción descentralizadas.

Para el desarrollo de las energías renovables, la ANADER destaca sus potenciales solares y eólicos existentes, el vasto territorio, la situación geográfica estratégica "exportación de energía a Europa y sus países vecinos".

CUADRO 3

LUGAR DEL PROYECTO	FUENTE Y POTENCIA INSTALADA	AÑO DE FUNCIONAMIENTO	RESPONSABLE	COMENTARIOS
NOUADHIBOU	Parque eólico de 4,4 MW	Inaugurado en 2011	SNIM	Parque eólico destinado al refuerzo de la capacidad de producción de la SNIM.
NOUADHIBOU	Central solar de 15 MW	Prevista para 2014	SNIM-SOMELEC-ANADER	El estudio de viabilidad se encuentra en proceso de elaboración.
NOUAKCHOTT	Parque eólico de 30-40 MW	Previsto para 2013	SOMELEC-ANADER	El estudio de viabilidad ya se ha elaborado y se está llevando a cabo el procedimiento de selección de empresas.
NOUAKCHOTT	Central solar de 15 MW	Previsto para 2013	SOMELEC-ANADER	Financiado por los Emiratos Árabes y el seguimiento realizado por MASDAR. Se encuentra en trámite el procedimiento de adjudicación del contrato de ejecución.
KIFFA	Central solar híbrida de 5 MW-3 MW	Puesta en marcha prevista en 2014	SOMELEC-ANADER	Proyecto financiado por la Agencia Francesa de Desarrollo. Su estudio de viabilidad está elaborándose.
NOUAMGHAR	Central eólica de 210 KW con desarrollo de red de MT y BT	Puesta en funcionamiento prevista en 2012	APAU-ANADER	Central destinada al abastecimiento del pueblo de Nouamghâr. Parte de la producción será utilizada por la estación desalinizadora y la fábrica de hielo, ambas integrantes del proyecto.
CHAMI	Central eólica de 250 KW con desarrollo de la red de MT y BT	Puesta en funcionamiento prevista en 2012	ANADER	Central destinada al abastecimiento de la nueva ciudad de Chami.
TERMESSA	Central solar de 115 KW con desarrollo de la red de MT y BT	Puesta en marcha prevista en 2012	ANADER	Central destinada al abastecimiento de la nueva ciudad de TERMESSA.
MPEM- NOUAKCHOTT	Central solar de 40 KW conectada a la red	Puesta en funcionamiento prevista en 2012	ANADER	Central solar destinada al abastecimiento eléctrico del edificio público sede del Ministerio del Petróleo, Energía y Minas (MPEM).

El cuadro 3 hace una recapitulación de un gran número de proyectos realizados o programados para los dos próximos años dentro del campo de las energías renovables.

Así, estos últimos años hemos asistido a un aumento del número y la potencia de las unidades de producción de energías renovables. Se esperan, pues, avances tecnológicos, tanto por parte de los productores en cuanto a la mejora de los rendimientos de la transformación de la energía primaria, como por parte de los gestores de las redes en lo referente al transporte, distribución y gestión de esta forma de energía nueva por naturaleza y de comportamiento muy fluctuante.

AUTORES

A. K. Mahmoud. Director general de la Agence Nationale de Développement des Énergies Renouvelables (ANADER).

A. Mohamed Yahya. Director técnico de la Agence Nationale de Développement des Energies Renouvelables (ANADER).

A. Maouloud. Directora de Seguimiento y Evaluación de Proyectos (ANADER).

www.anader.ci

EL APOYO DE LA COOPERACIÓN ESPAÑOLA A LAS ENERGÍAS RENOVABLES EN ÁFRICA OCCIDENTAL

MAITE MARTÍN CRESPO Y SERGIO COLINA MARTÍN
AECID

1. LA APUESTA DE LA COOPERACIÓN ESPAÑOLA POR UN MODELO ENERGÉTICO Y ECONÓMICO BAJO EN CARBONO PARA COMBATIR EL CAMBIO CLIMÁTICO Y ERRADICAR LA POBREZA

Entre los retos más importantes a los que se enfrenta el ser humano en el presente y en el próximo siglo se encuentran dos temas estrechamente relacionados: la lucha contra los efectos adversos del cambio climático y la erradicación de la pobreza. Por un lado, los efectos del cambio climático son una barrera para superar la pobreza, y por otro lado, los esfuerzos de la cooperación internacional se ven limitados por no haber incorporado el riesgo climático en sus planes y programas. Así, mientras la cooperación internacional ha de integrar el cambio climático en todas sus intervenciones, toda respuesta al cambio climático ha de tener muy presente la agenda internacional del desarrollo.

En relación con este reto se encuentra el del modelo de consumo energético: según estimaciones de la Agencia Internacional de la Energía, 1.600 millones de personas en los países en desarrollo no tienen acceso a la electricidad, de los cuales cerca de 600 millones se encuentran en los Países Menos Adelantados (PMA). En África Subsahariana, la población rural sin acceso a la energía es del 90%.

Estos datos indican que muchos países no alcanzarán niveles de acceso a la energía suficientes para cumplir con los Objetivos de Desarrollo del Milenio. Para alcanzar el Objetivo 1 (reducir a la mitad la población que vive en la pobreza), se estima que casi 1.100 millones de personas adicionales requerirían tener acceso a la electricidad en 2015 y que 2.000 millones de personas necesitarían acceso a combustibles modernos. Por otro lado, el modelo de consumo energético basado en la quema de combustibles fósiles es el principal responsable, según el *Cuarto Informe del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático*, de los aumentos de la concentración mundial de CO₂ que causan el cambio climático. En este contexto, es evidente que combatir el cambio climático y erradicar la pobreza conlleva una apuesta por un modelo energético y económico bajo en carbono.

2. LA INTEGRACIÓN DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA COOPERACIÓN ESPAÑOLA

España ha integrado plenamente la variable ambiental y la lucha contra el cambio climático en su política de cooperación para el desarrollo, tal y como queda de manifiesto en sus documentos programáticos y de planificación, como el *III Plan Director de la Cooperación Española 2009-2012*, la *Estrategia de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible de la Cooperación Española*, o el *Plan de Actuación de Medio Ambiente y Cambio Climático de la AECID*.

El *Plan de Actuación Sectorial de Medio Ambiente de la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo* establece como seña de identidad del trabajo de la Cooperación Española el fomento de un nuevo paradigma de desarrollo basado en economías sostenibles, caracterizadas por bajas emisiones de carbono y altos índices de biodiversidad, justicia social y equidad. Esta perspectiva parte de concebir el medio ambiente como la base del desarrollo. Dicho Plan prioriza la lucha contra el cambio climático, concretada en cuatro líneas de acción, una de las cuales es el fomento de la energía renovable como vía idónea para conseguir simultáneamente: 1) facilitar el acceso energético, dado que su inexistencia es una de las principales rémoras del desarrollo; 2) promover el crecimiento

económico sostenible, siguiendo un modelo bajo en carbono y fomentando los empleos verdes y 3) contribuir a frenar las emisiones de gases de efecto invernadero (mitigación).

3. ALGUNOS DATOS SOBRE LA APUESTA POR LAS ENERGÍAS RENOVABLES DE LA COOPERACIÓN ESPAÑOLA

En el ámbito de la Cooperación Española, el sector energético ha recibido un impulso considerable en los últimos años, pasando de 34 M€ en 2006 a 136 M€ en 2010, habiendo alcanzado un pico de 300 M€ en 2009 (AOD total neta). En el periodo 2008-2011 la Cooperación Española destinó un total de 555,6 M€ a las energías renovables, la mayor parte, a países del norte de África. De ese total la AECID gestionó 17,6 M€, de los cuales casi el 50% fueron dirigidos al África Subsahariana¹.

En el año 2011, el sector energético, con 68,3 M€, representó el 2,1% del total de la AOD desembolsada. El 96,5% (65,9 M€) del total de fondos de AOD desembolsados fueron destinados al ámbito de las energías renovables². En lo que se refiere a la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID), los fondos desembolsados en el año 2011 dirigidos al sector energético ascendieron a 3.953.513,25 €. Respecto a la vía de canalización, el sector público fue el principal gestor, siendo responsable de un 45,3%, seguido por las ONG y la sociedad civil, con un 36,3% del total. El resto de la ayuda fue canalizada a través de organismos multilaterales y de otros actores, incluidas las universidades, a través del Programa de Cooperación Interuniversitario de la AECID.

En la Cooperación Española, el principal agente de cooperación en materia de energía renovable es la Administración General del Estado, responsable en 2011 de un 98,7% de la AOD total desembolsada española distribuible del sector. En este sentido, destaca de forma considerable la participación del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio (actualmente, Ministerio de Industria, Energía y Turismo), seguido por el Ministerio de Asuntos Exteriores y de Cooperación.

4. PRINCIPALES PROYECTOS EN CURSO Y COMPROMISOS ADQUIRIDOS

En el ámbito de la financiación para la mitigación del cambio climático, existen varios fondos que contemplan las energías renovables y a los que España contribuye, a través de la AOD, con cifras muy importantes. Entre ellos, destacan la Iniciativa de Energía Sostenible (Banco Europeo para la Reconstrucción y el Desarrollo); la Clean Energy Financing Partnership Facility (Banco Asiático de Desarrollo); la Iniciativa de Energía Sostenible y de Cambio Climático del Banco Interamericano de Desarrollo; los Climate Investment Funds (el Fondo de Tecnologías Limpias y el Fondo Estratégico del Clima - Programa de Energías Renovables/Scaling Up Renewable Energy); la Agencia Internacional de Energías Renovables (IRENA); o el Fondo Global para el Clima. También son importantes y nuevas en este ámbito varias de las operaciones financieras reembolsables en curso del nuevo Fondo de Promoción para el Desarrollo (FONPRODE).

Con enfoque regional, en América Latina se ha incidido especialmente en el fortalecimiento del diálogo sobre cambio climático y energías renovables en el marco de la Conferencia Iberoamericana. España, muy activa en esta área, ha apoyado las actividades de la Red Iberoamericana de Oficinas de Cambio Climático, creada a iniciativa del gobierno español durante el IV Foro Iberoamericano de Ministros de Medio Ambiente en 2004.

En Asia destaca el proyecto en Vietnam iniciado en 2011 para el impulso al desarrollo del sector industrial de las energías renovables, en particular de la energía solar, basado en la experiencia española. Sus objetivos son: el fortalecimiento de las capacidades del gobierno vietnamita en la toma de decisiones relativas al sector de la energía solar, el impulso a las transferencias de tecnología y la promoción de alianzas público-privadas entre Vietnam y España.

Por último, en el ámbito multilateral, desde el año 2008, AECID apoya, a través de la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI), el Observatorio de Energía Renovable para América Latina y el Caribe con 2,5 M€. Se trata de un programa regional que tiene como objetivo promover las energías renovables y fomentar inversiones en este campo. Actualmente es operativo en doce

países de la región. La iniciativa se está implementando en estrecha cooperación con la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE) y con las contrapartes nacionales de cada uno de los países participantes, que son los ministerios de energía e instituciones afines. Cuando se contemplan posibilidades de cooperación Sur-Sur o cooperación triangular, se considera interesante la posibilidad de establecer una colaboración entre dicho Observatorio y el Centro para las Energías Renovables y la Eficiencia Energética de la CEDEAO (ECREEE).

5. EL APOYO DE LA COOPERACIÓN ESPAÑOLA AL ECREEE COMO CONTRIBUCIÓN AL SECTOR DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES EN ÁFRICA OCCIDENTAL

Para España, África Occidental es una región prioritaria, tanto a nivel bilateral como desde una perspectiva regional. En este sentido, España mantiene una relación privilegiada con la CEDEAO, reflejada en los documentos de planificación estratégica, especialmente el Plan África 2009-2012 y el III Plan Director de la Cooperación Española. En diciembre de 2005 el Ministro de Asuntos Exteriores y de Cooperación y el Secretario Ejecutivo de la CEDEAO firmaron un Memorando de Entendimiento de carácter general que estableció las bases para la creciente colaboración entre España y la CEDEAO. Con el lanzamiento en diciembre de 2007 del Fondo Migración y Desarrollo, dotado hasta el momento con 10 M€, se concretó el primer gran proyecto conjunto orientado a impulsar y fortalecer el desarrollo regional. En 2009, se celebró en Abuja la I Cumbre España-CEDEAO, que abrió una nueva etapa de colaboración que se tradujo en un amplio y ambicioso programa de cooperación. Dicho programa se articula en la Declaración final de la Cumbre, en la que se realizan propuestas concretas de apoyo a la CEDEAO en sectores como las infraestructuras, la formación profesional, la salud, el género, la agricultura, el desarrollo rural y la seguridad alimentaria y nutricional, el fortalecimiento institucional o las energías renovables.

A raíz de dichos compromisos, la Cooperación Española ha contribuido con 7 M€ al Centro de Energías Renovables y Eficiencia Energética de la CEDEAO para el periodo 2010-2014, convirtiéndose

así en el principal donante del Centro. En junio de 2010 se firmó el Memorando de Entendimiento que articula dicha contribución, que se destina directamente al presupuesto del ECREEE, lo que prima la realización de actividades prioritarias para el Centro y permite cubrir brechas de financiación importantes, proporcionando estabilidad presupuestaria y financiación previsible y estimulando la captación de nuevos fondos. La naturaleza programática de la contribución es un elemento clave para el fortalecimiento de la institución, ya que el Centro es responsable de la planificación y la gestión de los recursos.

En realidad, el compromiso de España con el ECREEE es el fruto de la convergencia de diversas prioridades fundamentales para la Cooperación Española: por un lado, el apoyo decidido a un desarrollo sostenible en África Subsahariana, con especial énfasis en la región occidental; y, por otro lado, la convicción de que dicho desarrollo debe ser liderado por los africanos y por sus instituciones, fortalecida por el reconocimiento de la relevancia de las iniciativas de integración regional como motores de desarrollo y catalizadores del cambio.

En ese sentido, la contribución española es plenamente coherente con las prioridades de la CEDEAO relativas a la energía y el desarrollo, en cumplimiento de los compromisos recogidos en la Declaración de París y en la Agenda de Acción de Accra, y constituye un apoyo fundamental a uno de los ámbitos de actividad más dinámicos de su Comisión. Al mismo tiempo, ha permitido llevar a cabo actividades estratégicas como el desarrollo de documentos de política regional en materia de energías renovables y de eficiencia energética o el lanzamiento del Fondo de Energías Renovables de la CEDEAO (EREF), que permite financiar proyectos de pequeña y mediana escala de hasta 50.000 €, especialmente en zonas rurales y periurbanas.

Sin embargo, el apoyo de la Cooperación Española al sector de las energías renovables y la eficiencia energética en África Occidental no se limita a las aportaciones financieras realizadas. España es reconocida como uno de los países líderes en el mundo en materia de energías renovables, debido a la competitividad de sus empresas y tecnologías y al elevado grado de penetración en España de dichas energías. En el Memorando de Entendimiento suscrito con la CEDEAO, España se comprometió a facilitar conocimientos especializados y a promover el intercambio de información y de mejores prácticas en el ámbito de las

energías renovables y la eficiencia energética. Entre otras actividades se ha apoyado al PNUD en la organización de una visita de estudio a España para cinco países de la región, y se han firmado acuerdos de colaboración con instituciones españolas, como por ejemplo el Instituto Tecnológico de Canarias (ITC), la Universidad de Zaragoza, la Universidad Politécnica de Cataluña y la Universidad Politécnica de Madrid. Con la Fundación CEDDET se ha firmado un acuerdo para la realización de un curso *on line* en energías renovables en el marco de una plataforma apoyada por el Banco Mundial, y se han favorecido múltiples colaboraciones con el Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía (IDAE) en el ámbito de las políticas regionales. Por lo tanto, más allá de los fondos, es esta experiencia, conocimiento y saber hacer lo que queremos compartir con los países de África.

Se ha escrito mucho sobre la importancia de las energías renovables y la eficiencia energética en África Occidental desde el punto de vista de la protección del medio ambiente, de la acción contra el cambio climático y del acceso a servicios energéticos modernos. Estos objetivos no necesitan mayores explicaciones. Pero hay otros aspectos igualmente importantes para seguir trabajando en la promoción de las energías renovables en la región, y entre ellos se encuentran la seguridad energética, la reducción de la dependencia de las importaciones de combustibles fósiles y, por supuesto, la creación de empleo. Así lo subrayó recientemente el Secretario General de Cooperación Internacional para el Desarrollo del Ministerio de Asuntos Exteriores y de Cooperación de España en su intervención en el *side event* organizado por el ECREEE con la celebración de Río+20.

La Cooperación Española está fuertemente comprometida con la consolidación de un enfoque pro-pobre en relación con los asuntos energéticos. Los sistemas de energías renovables aislados de la red son a día de hoy, en la mayoría de los casos, los más eficientes (tanto económica como socialmente) para extender el acceso a la energía al mayor número posible de personas que viven en áreas rurales aisladas en África Occidental. En otros casos, los sistemas conectados a la red resultan también una opción competitiva, y con seguridad lo serán cada vez más en los próximos años.

Pero los principales retos no son solo económicos o financieros, sino también institucionales. En ese sentido, el ECREEE ha identificado

adecuadamente muchos de esos aspectos y está trabajando de forma eficaz para abordarlos de manera rigurosa y, a menudo, innovadora. La adopción de un enfoque regional para hacer frente a los retos energéticos de África Occidental ha demostrado ser la mejor manera para superar las lagunas existentes en la regulación, en la información, en la construcción de capacidades y en las tecnologías disponibles.

2012 ha sido declarado por la Asamblea General de las Naciones Unidas como el Año Internacional de la Energía Sostenible para Todos. Iniciativas como Sustainable Energy for All (SE4All), liderada por el secretario general de la ONU, Ban Ki-Moon, y cuyo Grupo de Alto Nivel está copresidido, precisamente, por un africano, Kandeh Yumkella, director general de ONUDI y presidente de UN-Energy, vienen a dar un nuevo impulso a los esfuerzos de todos los actores comprometidos con el medio ambiente y con el desarrollo sostenible. Seguir trabajando desde las premisas expuestas, con tenacidad y de forma coordinada y coherente resulta, sin lugar a dudas, la mejor manera que tenemos de contribuir a la consecución de los objetivos de acceso universal a la energía limpia y sostenible en la región.

NOTAS

1. Para ese dato se tienen en cuenta los códigos CRS 23030 - producción energética - Fuentes renovables; 23065 - Centrales hidroeléctricas; 23066 - Energía geotérmica; 23067 - Energía solar; 23068 - Energía eólica; 23069 - Energía maremotriz y 23070 - Biomasa.
2. Códigos CRS 23030, 23065, 23066, 23067, 23068, 23069, 23070.

AUTORES

Maite Martín Crespo. Jefa de Área de Medio Ambiente y Cambio Climático del Departamento de Cooperación Sectorial de la Agencia Española de Cooperación Internacional y Desarrollo (AECID).

Sergio Colina Martín. Consejero técnico de Cooperación Regional, Departamento de Cooperación con África Subsahariana, Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID).

www.aecid.com

SEGUNDA PARTE
POTENCIAL Y TECNOLOGÍAS
DE ENERGÍAS RENOVABLES
EN ÁFRICA OCCIDENTAL

PANORAMA GENERAL Y TENDENCIAS EN EL CAMPO DE LA ENERGÍA FOTOVOLTAICA Y LA ENERGÍA SOLAR DE CONCENTRACIÓN

JOSÉ HERRERO Y FÉLIX M. TÉLLEZ
CIEMAT

RESUMEN

La producción de electricidad a partir de energía solar constituye la alternativa más prometedora para suministrar energía de manera sostenible en todo el mundo. El potencial de la energía solar se basa en la disponibilidad de este recurso y en el continuo desarrollo de diferentes tecnologías que permitan reducir los costes de producción de la electricidad obtenida a partir de esta fuente.

La utilización de la energía fotovoltaica (FV) ha experimentado un crecimiento exponencial generalizado que se ha traducido en una expansión de este tipo de producción energética. Aunque los países europeos son líderes en su aplicación, muchas de las nuevas zonas donde se está desarrollando la FV se sitúan en el llamado “cinturón solar”, África, Oriente Próximo y América del Sur. Estas regiones están creando nuevas oportunidades dedicadas a satisfacer la demanda local. A medio y largo plazo, todas las tecnologías FV deberían contribuir a producir electricidad derivada de la energía solar como alternativa real y sostenible que permita el desarrollo de las energías renovables en todo el mundo.

Con cierto retraso con respecto a la FV, la energía solar de concentración (CSP, por sus siglas en inglés) todavía se encuentra en una fase temprana en lo que se refiere a su distribución comercial e investigación y desarrollo; sin embargo, las “curvas de aprendizaje” actuales muestran ratios de aprendizaje elevados hacia costes competitivos. Por tanto, son necesarios esfuerzos audaces y duraderos en el ámbito de la investigación, el desarrollo y la comercialización, como, por ejemplo, medidas legislativas estratégicas e inversión en infraestructuras.

Este estudio ofrece una visión general del potencial, los principios y las posibilidades, así como de algunos de los retos de la conversión de la energía solar.

Palabras clave: energía solar, energía fotovoltaica, energía solar de concentración, energía solar térmica.

1. ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA

En la actualidad, la energía solar fotovoltaica es una tecnología madura que permite producir electricidad con bajas emisiones de dióxido de carbono y que ofrece un amplio abanico de aplicaciones. Las aplicaciones a pequeña escala o autónomas son frecuentemente las opciones menos costosas para satisfacer una necesidad energética concreta, mientras que las aplicaciones conectadas a la red constituyen, con diferencia, el segmento con mayor potencial de mercado. La tasa de crecimiento anual de FV acumulada instalada ha permanecido relativamente estable desde 2000, a un 40% anual. Se calcula que el mercado para la FV ha sido de 37 GW en 2011 (según datos de Photon International Magazine), mientras que el valor total de negocio del sector asciende a más de 100.000 M€. Sin embargo, este mercado, de dimensiones notables, se encuentra situado en países fuera del llamado “cinturón solar mundial” [1]. En lo que se refiere a los países de África Occidental, estos se sitúan debajo del cinturón solar y en ellos la FV puede contribuir en gran medida a cubrir la demanda de electricidad, a través sobre todo de aplicaciones aisladas de la red

destinadas al suministro eléctrico y el bombeo de agua de pequeños poblados, que abastecerían a la población con energía sostenible. Además de ofrecer una solución a la demanda de electricidad, la FV puede reducir la dependencia de las importaciones de combustibles fósiles, puesto que aporta desarrollo social y económico a través de la utilización de sistemas fotovoltaicos muy versátiles y adaptados a las necesidades locales.

De acuerdo con el artículo "Unlocking the SunBelt Potencial of Photovoltaics" [1], si nos encontrásemos en una posición ambiciosa donde se contase con el apoyo político y las medidas de distribución comercial adecuados, la energía FV podría constituir una tecnología energética competitiva y sostenible capaz de satisfacer hasta el 12% de la demanda de electricidad de los países del cinturón solar en el año 2030 (dependiendo de las diferentes zonas geográficas), lo cual representaría aproximadamente 1.100 GW instalados. Ello tan solo podría lograrse mediante la toma de decisiones de los responsables en los países del cinturón solar (como, por ejemplo, los gobiernos y las empresas de servicio público), que incluirían la FV como parte fundamental de su programa energético. Los países desarrollados deberían contribuir a este esfuerzo aportando apoyo económico a través de programas e instituciones internacionales, así como experiencia técnica. También sería necesario elaborar hojas de ruta de desarrollo del mercado para determinados países del cinturón solar.

Una cuestión tecnológica primordial para la energía fotovoltaica es la reducción de costes de los sistemas FV (gracias al avance tecnológico y la mejora de la curva de experiencia). Esta reducción debe ser aplicada a todos los elementos de los sistemas fotovoltaicos y al conjunto de la cadena de valor económico, desde las materias primas hasta el sistema al completo [2]. El coste de los módulos es una parte fundamental del sistema FV, a lo que se añade el de los materiales utilizados para su instalación (materia prima, material de encapsulado, cableado, etc.), que en la mayoría de las tecnologías fotovoltaicas supone alrededor de un 50% del coste total del módulo.

El desarrollo tecnológico de la energía FV ha experimentado diferentes fases de evolución. Durante el periodo 2004-2009 se produjeron una serie de acontecimientos importantes para su

comercialización y distribución, como, por ejemplo, la proliferación (sobre todo en Europa, Alemania, España, Italia, etc.) de las Feed-in-Tariff (FiT) como modelo mundial de incentivo, así como el incremento de las instalaciones multimegavatios (a nivel de empresa de servicio público). En la actualidad se avecina un cambio de paradigma: la paridad de red [3], que significa que el precio de la electricidad en el mercado es similar o más elevado que el coste de la electricidad FV. En el caso del sector residencial, este cambio llegará antes de lo que se espera. Por ello, los gobiernos deberían revisar el potencial de su sector solar y posteriormente tomar medidas económicas racionales y destinar generosas ayudas a la aplicación y distribución de energía fotovoltaica.

En lo que respecta a los costes de la FV, los precios de las células y los módulos fotovoltaicos, hasta entonces estables, experimentaron un incremento de 2004 a 2008 y un descenso de -50% en 2009 respecto a 2008. Los últimos acontecimientos están directamente relacionados con los materiales de la tecnología fotovoltaica y en concreto con la escasez de silicio, que conlleva el aumento exponencial del precio de esta materia prima, así como de la cuota de mercado de película delgada. En 2005, el 85% del suministro total de silicio se concentraba en solo cinco empresas y la fuerte demanda de la industria de la energía fotovoltaica llevó a la escasez de polisilicio. Esta situación provocó que la industria acelerase la reducción de costes aumentando la eficiencia, reduciendo la utilización de materias primas, mejorando los procesos de fabricación, etc. Ello, unido a la aparición de una oferta y demanda equilibradas de nuevos productores de polisilicio, hizo que los precios volvieran a los niveles normales. Asimismo, la madurez de las tecnologías que emplean materiales de película delgada ha dado lugar a una cuota de mercado específica, sobre todo para el telururo de cadmio (CdTe). Así, el suministro asegurado de polisilicio junto con la I+D causaron un impacto enorme en el proceso de la tecnología fotovoltaica durante 2008-2009. En 2010, debido al fuerte crecimiento de la industria de la energía fotovoltaica, los precios del silicio han ido aumentando progresivamente. Sin embargo, el precio de los módulos sigue disminuyendo, debido sobre todo a la amplia oferta procedente de países del Este asiático.

La industria fotovoltaica emplea diferentes tecnologías para la producción de células y módulos. Una clasificación típica de las tecnologías fotovoltaicas, basadas sobre todo en material solar activo, es la siguiente:

- Tecnología de obleas de silicio cristalino.
- Tecnología de película delgada.
- Tecnologías emergentes y novedosas.
- Tecnologías de concentrador.

En el mercado fotovoltaico predominan las tecnologías basadas en el polisilicio, con un 88% de cuota de la producción solar fotovoltaica mundial en 2011. La cuota de la película delgada se vio reducida al 11% en 2011 (12% en 2010); existen también otras tecnologías que mantienen una presencia testimonial en el mercado, con menos de un 1% del total. A medio-largo plazo, la tecnología fotovoltaica debería contribuir a la producción de electricidad como una alternativa real para el desarrollo sostenible de las energías renovables en el mundo.

2. PANORAMA GENERAL DE LA CSP Y TENDENCIAS

La energía solar de concentración (CSP) produce energía empleando radiación solar directa convencional. Los sistemas CSP consisten en una superficie reflectante amplia que colecta la radiación solar recibida y la concentra en un receptor solar con una pequeña abertura. El receptor solar es un intercambiador de calor convectivo/radiativo de alta absorción con pérdidas de convección y conducción reducidas y, en algunos casos, con superficie selectiva para reducir pérdidas radiativas. En el receptor, la energía solar incidente es transferida a un fluido térmico a una temperatura de salida lo suficientemente elevada para alimentar a un motor térmico o una turbina que produzca electricidad. Las tecnologías opcionales CSP se caracterizan normalmente por la forma de su elemento concentrador, que puede ser un campo de colectores cilíndrico-parabólicos, un campo de reflectores lineales tipo Fresnel, un sistema de receptor central

o un campo de discos parabólicos. Los recursos solares adecuados de estos emplazamientos varían de 1.800 a 2.800 kWh/m², lo cual permite entre 2.000 y 6.500 horas operativas a plena carga al año con el elemento solar. Sin embargo, esta cantidad va a depender de la radiación disponible en el emplazamiento en cuestión y del tamaño relativo de la apertura del campo solar, la capacidad de almacenamiento de calor y la potencia nominal del bloque de potencia.

La CSP es capaz de ofrecer soluciones distribuidas y centralizadas al suministro de electricidad; se ha erigido como una de las tecnologías candidatas más importantes para una transición viable hacia un suministro eléctrico sostenible que sea económico, compatible con el medio ambiente y basado en recursos seguros.

Al igual que las centrales convencionales, las centrales de energía solar de concentración (CSP) son capaces de aportar potencia base o potencia de regulación utilizando directamente luz solar durante el día, empleando las instalaciones de almacenamiento de energía térmica por la noche y, si no hay luz solar durante un periodo más largo, empleando combustibles fósiles o de biomasa como fuente de reserva. Esta capacidad de almacenar energía térmica a altas temperaturas va acompañada de un diseño muy competitivo desde el punto de vista económico, ya que la parte solar es la única cuyo tamaño tiene que ser sobredimensionado. Esta característica de las centrales solares CSP tiene una gran importancia, ya que la penetración de la energía solar en el mercado de la electricidad a gran escala solo será posible cuando logre reemplazar a centrales energéticas de media carga de unas 4.000-5.000 horas anuales.

Otra característica de la CSP es la posibilidad de generar electricidad y calor de manera combinada para alcanzar la mayor eficiencia posible de cara a la conversión energética. Además de electricidad, estas centrales pueden proporcionar vapor para refrigeradores por absorción, calor para procesos industriales o desalinización térmica de agua de mar.

La posibilidad de producir energía bajo demanda, la estabilidad de la red y la elevada cuota de contenido local, que implica la creación de empleo en la zona de su instalación, son factores que proporcionan a la CSP un claro nicho de mercado dentro de la gama de energías renovables. En la actualidad, la distribución comercial de la CSP crece

rápidamente, con más de 200 proyectos comerciales en España, Estados Unidos y otros países como India, China, Israel, Australia, Argelia, Sudáfrica, Emiratos Árabes, Italia, etc. Este relanzamiento, que comenzó en 2006-2007, ha añadido a mediados de 2012 unos 2 GWe de centrales nuevas, que se añaden a los anteriores 350 MWe de centrales CSP con una potencia de 30-80 MW que operan con éxito en California desde finales de la década de 1980.

La puesta en marcha de la CSP conlleva costes elevados si se compara con otras fuentes de energía convencionales y requiere apoyo gubernamental en forma de subvenciones e incentivos para convertirse en una propuesta rentable de producción eléctrica. Los gobiernos de algunos países mediterráneos ya han llevado a cabo iniciativas acertadas para fomentar este tipo de energía, como la formulación de leyes de regulación de las tarifas, la creación de agencias gubernamentales y la fijación de objetivos sobre la capacidad de la CSP a nivel regional. De esta forma, se incentiva a los inversores privados a que inviertan en centrales y tecnología CSP para aprovechar todo el potencial que este tipo de energía posee en la región.

España, con 2.400 MW conectados a la red eléctrica para 2013, lidera actualmente el desarrollo comercial actual junto con Estados Unidos, donde se ha fijado un objetivo de 4.500 MW para ese mismo año, e India, que ha aprobado programas destacados como el "Solar Mission", con un objetivo de 22 GW de energía solar con una amplia fracción de térmica [4].

La primera generación de proyectos comerciales de CSP se basa principalmente en novedades y conceptos tecnológicos que han madurado tras más de dos décadas de investigación. Sin embargo, las centrales térmicas solares actuales siguen funcionando en base a esquemas conservadores y mecanismos tecnológicos que no explotan el enorme potencial de la energía solar concentrada. La mayoría de los proyectos comerciales utilizan la tecnología cilíndrico-parabólica con baja concentración en dos dimensiones y enfoque lineal o sistemas de torre central y campos de heliostatos que operan con fluidos térmicos a temperaturas relativamente modestas, por debajo de los 400 °C [5]. Las consecuencias más inmediatas de la utilización de estas instalaciones de diseño conservador son: una eficiencia por debajo del 20% nominal en la conversión de la radiación solar directa

a electricidad; una fuerte limitación a la hora de utilizar sistemas eficientes de almacenamiento de energía; el alto consumo de agua y extensión de tierra debido a la ineficacia de la integración con el bloque de potencia; la ausencia de planificación racional para su integración en sistemas de producción distribuida y la limitación a la hora de alcanzar las temperaturas que se necesitan en las rutas termoquímicas empleadas para producir combustibles solares como el hidrógeno.

En los proyectos comerciales con tecnología cilíndrico-parabólica se están introduciendo ciertas mejoras; por ejemplo, sistemas de almacenamiento de calor en sales fundidas, capaces de suministrar elevadas cantidades de energía para el funcionamiento de la central. Tal es el caso de las plantas Andasol 1 y 2 en Guadix, España, con 7,5 horas de almacenamiento nominal. Otro ejemplo es la utilización de circuitos de generación de vapor directo para reemplazar al aceite térmico en el campo solar. Las torres centrales están abriendo el campo a nuevos fluidos térmicos como las sales fundidas (como ocurre en la planta de torre central en Sevilla, que ha incorporado el almacenamiento de calor en sales fundidas equivalente a 15 horas de potencia nominal) y el aire, y nuevos receptores solares como los absorbedores volumétricos.

Simultáneamente, se está comenzando a implementar una nueva generación de sistemas de energía solar térmica de concentración que se caracterizan por su modularidad y su mayor eficacia de conversión. La estrategia de su diseño se basa en la utilización de campos de heliostatos altamente compactos, con espejos y torres de pequeñas dimensiones que se integran en ciclos termodinámicos a altas temperaturas. En la actualidad existen varias iniciativas con prototipos todavía en fase experimental. También se están anunciando grandes proyectos comerciales, como el propuesto por BrightSource, con un prototipo de 6 MW_{th} en el desierto de Neguev, en Israel; el prototipo de 100 kWe promovido por la empresa AHORA junto con investigadores del Weizmann Institute de Israel; y por último, el prototipo de 5 MWe construido en California por la empresa eSolar.

Hoy en día, se está llevando a cabo investigación en varias tecnologías CSP para variar las capacidades de generación con alta temperatura

y conformar altas eficiencias termodinámicas. Como se ha mencionado anteriormente, existen cuatro sistemas principales de CSP.

2.1. SISTEMAS CILÍNDRICO-PARABÓLICOS (PT, POR SUS SIGLAS EN INGLÉS)

Los colectores cilíndrico-parabólicos son mecanismos de concentración solar con foco lineal, adecuados para trabajar a temperaturas que oscilen entre 150 °C-400 °C. La investigación llevada a cabo actualmente tiene como objetivo ampliar esta temperatura a 500 °C. [6]. La radiación concentrada calienta el fluido que circula a través del tubo receptor, transformando así la radiación solar en energía térmica en forma de calor sensible del fluido. La mayoría de los proyectos de CSP que se están construyendo en estos momentos emplean esta tecnología.

2.2. TORRE SOLAR O SISTEMAS DE RECEPTOR CENTRAL (CRS, POR SUS SIGLAS EN INGLÉS)

En las torres solares o sistemas de receptor central (CRS), los rayos de sol incidentes son captados por colectores en forma de espejos (heliostatos) que concentran el flujo de energía en intercambiadores de calor radiativo/convectivo denominados receptores solares, desde donde se transfiere la energía a un fluido térmico que se acumula en la parte superior de una torre. El tamaño de las centrales, de 10 a 200 MW, se debe a la economía de escala, aunque los esquemas de integración avanzada aseguran también la viabilidad económica de unidades más pequeñas [7]. El elevado flujo solar incidente en el receptor (con una media que oscila entre los 300 y los 1.000 kW/m²) permite operar a temperaturas relativamente altas de hasta 1.000 °C y la integración de la energía térmica en ciclos más eficientes mediante un enfoque paso a paso. La CRS puede integrarse fácilmente en las plantas alimentadas con combustibles fósiles para una producción híbrida que presenta numerosas opciones y cuenta con el potencial para producir electricidad con factores elevados de capacidad anual gracias a la utilización de almacenamiento térmico. Con el almacenamiento, las plantas CRS pueden estar operativas más de 6.500 horas

al año a potencia nominal [8]. En la actualidad, las centrales CSP-CRS españolas como PS 10, PS 20 y Gemasolar muestran una gran fiabilidad y un rendimiento especialmente positivo, al reducir rápidamente la percepción de riesgo asociada a la escasa experiencia comercial (de tan solo cuatro años).

2.3. SISTEMAS PARABÓLICOS DISCO-STIRLING (DS, POR SUS SIGLAS EN INGLÉS)

Los sistemas Disco-Stirling siguen el movimiento del sol y dirigen la energía solar hacia un receptor de cavidad, donde es absorbida y transferida a un motor térmico o generador. Un generador eléctrico, directamente conectado al cigüeñal del motor, convierte la energía mecánica en electricidad (corriente alterna). Para mantener siempre la radiación reflejada en el punto focal durante el día, un sistema de seguimiento solar rota continuamente sobre dos ejes siguiendo el movimiento diurno del sol. Con las tecnologías actuales, un sistema Disco-Stirling de 5 kWe necesitaría un concentrador de 5.5 m de diámetro, mientras que para un sistema de 25 kWe, el diámetro tendría que aumentar hasta los 10 m. Los motores Stirling son considerados la mejor opción para estos sistemas por sus altas eficiencias (40% térmica a mecánica), elevada densidad de potencia (40-70 kW/litro) y su potencial para el funcionamiento a largo plazo con escaso mantenimiento. Los sistemas Disco-Stirling son modulares, es decir, cada sistema es un generador de potencia autónomo, lo que permite su montaje en centrales que van desde unos pocos kilovatios a decenas de megavatios.

El coste real de una unidad de 10 kW, sin incluir gastos de transporte e instalación ni cimentación, es aproximadamente de 10.000 dólares estadounidenses por kW. La previsión de costes para una producción de 500 y 5.000 unidades al año es de 2.500 y 1.500 dólares estadounidenses por kW, respectivamente, tomando como referencia los procesos de producción masiva del sector de la automoción. No obstante, la ausencia de una solución viable desde el punto de vista económico para el almacenamiento (de electricidad) provoca que esta tecnología tenga que competir directamente con la fotovoltaica, que ha acelerado su reducción de costes.

Los sistemas Disco-Stirling cuentan con la ventaja de que funcionan como sistemas autónomos y pueden suministrar energía descentralizada. Se están planificando pequeños proyectos de CSP en Estados Unidos, Europa y Australia con esta tecnología.

2.4. SISTEMAS REFLECTORES LINEALES FRESNEL (LFR, POR SUS SIGLAS EN INGLÉS)

Desde un punto de vista conceptual, los reflectores lineales Fresnel (LFR) son análogos ópticos de los sistemas cilíndrico-parabólicos. Se trata de reflectores concentradores 2-D con foco lineal, en los cuales la superficie reflectante parabólica se obtiene mediante un conjunto de láminas de espejo que se mueven de manera independiente y centradas colectivamente en filas de absorbedores suspendidos de torres elevadas. Se trata de reflectores de foco fijo con absorbedor estático. Los segmentos reflectantes están cerca del suelo y pueden ser montados de manera compacta hasta en una ha/MW. El objetivo consiste en reproducir el rendimiento de los sistemas cilíndrico-parabólicos con menos costes. Sin embargo, la calidad óptica y la eficiencia térmica es menor debido a una mayor influencia del ángulo de incidencia y el factor coseno, lo que provoca que la temperatura obtenida en el fluido operativo también sea menor (150-350 °C). Por ello, los LFR están orientados principalmente a la producción de vapor saturado a través de la generación de vapor directamente en tubo y su aplicación en ciclos combinados solares integrados (ISCCS) o en ciclos Rankine regenerativos, aunque la I+D actual tiene como objetivo temperaturas por encima de los 400 °C. España está llevando a cabo un proyecto piloto con esta tecnología que todavía se encuentra en fase embrionaria. Hoy por hoy, los sistemas Fresnel son menos eficientes pero también requieren menos gastos que otras tecnologías CSP.

2.5. EL DESARROLLO DE LA TECNOLOGÍA CSP Y SUS OPORTUNIDADES DE MERCADO

La Agencia Internacional de la Energía (IEA, por sus siglas en inglés) ha elaborado un claro indicador de cómo va a afectar la globalización en la implementación de la tecnología CSP al sector

energético del futuro. Este indicador considera que la CSP desempeña un papel relevante en el necesario mix energético destinado a reducir a la mitad las emisiones de CO₂ relacionadas con la energía para el año 2050 [9]. Ello requerirá una suma de capacidad de unos 14 GW/año (55 nuevas centrales de energía térmica solar de 250 MW cada una). Sin embargo, esta nueva oportunidad ejerce una presión significativa en los promotores de CSP. En un periodo de menos de 5 años, en diferentes partes del mundo, los responsables de la creación de estas tecnologías se verán obligados a pasar de estrategias orientadas a mercados de comercialización temprana, basados en tarifas especiales, a estrategias orientadas a la producción masiva de componentes y el desarrollo de numerosos proyectos con tarifas menos rentables. Esta situación ha acelerado la puesta en marcha de tecnologías de segunda generación, a pesar de que, en algunos casos, algunas innovaciones todavía se encuentran en fase de valoración en plantas de prematura comercialización o proyectos de demostración. La evolución estimada del coste normalizado de la electricidad (LEC, por sus siglas en inglés) está en torno a 13-25 c€/kWh, dependiendo de factores como la tecnología elegida, el recurso solar del emplazamiento, el tamaño de la central, etc.

La reducción de los costes derivados de la producción eléctrica debería ser consecuencia no solo de la producción masiva, sino también del escalado de la tecnología y de la I+D. La Asociación Europea de Industria ESTELA ha dado a conocer una hoja de ruta tecnológica que establece que, para el año 2015, cuando se espera que la mayoría de las mejoras que se encuentran actualmente en fase de desarrollo se pongan en marcha en centrales nuevas, se logrará un aumento de la producción energética de más del 10% y una reducción de los costes de hasta un 20%. Asimismo, las economías de escala derivadas del aumento del tamaño de las centrales contribuirán también a reducir hasta un 30% el CAPEX por MW instalado. La comercialización de CSP en ubicaciones con una radiación solar muy elevada contribuye también a la rentabilidad económica de esta tecnología, al reducir los costes de electricidad hasta un 25%. Todos estos factores pueden generar una reducción de costes de hasta el 30% para 2015 y de hasta el 50% para 2025,

alcanzando así un nivel competitivo con respecto a fuentes convencionales de energía (por ejemplo, carbón/gas con costes de electricidad estabilizados de $<10\text{c€/kWh}$). Otra hoja de ruta publicada por la IEA recientemente realiza pronósticos similares [10]. Otras hojas de ruta coordinadas por centros de I+D esperan una mayor influencia de las innovaciones (hasta un 25%) en la reducción de costes [11]. La comunidad CSP considera que los siguientes aspectos generales van a ser clave a medio y largo plazo en el campo de la I+D [12]:

- Generar confianza en la tecnología mediante:
 - Aplicaciones piloto basadas en tecnologías ya probadas.
 - Funcionamiento automático de elevada fiabilidad.
 - Mayor eficiencia del sistema a través de temperaturas nominales más elevadas.
 - Centrales híbridas (solar/combustibles fósiles) con una pequeña cuota solar.
- Reducir costes mediante:
 - Diseños, materiales, componentes, subsistemas y procesos mejorados.
 - Explotación de las economías de escala.
- Aumentar la cuota solar mediante:
 - Diseño adecuado de los procesos.
 - Integración de almacenamiento.

En todos los casos, la I+D es multidisciplinar y abarca el campo de la óptica, la ciencia de los materiales, la transferencia de calor, control, las técnicas de instrumentación y medida, la ingeniería de la energía y el almacenamiento térmico.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Asociación Europea de la Industria Fotovoltaica (EPIA) y Strategy Consulting A. T. Kearny, 2010. "Unlocking the Sunbelt Potential of Photovoltaics". Primera edición septiembre 2010. <http://www.epia.org>
- [2] EUPVPLATFORM: "A Strategic research Agenda for Photovoltaic Solar Energy Technology". <http://www.eupvplatform.org>

- [3] Euroserver. "Photovoltaic Barometer", Abril 2012. [http:// www.Euroserver-er.org](http://www.Euroserver-er.org)
- [4] Herring, G., 2009. "Concentrating solar thermal power gains steam in Spain, as momentum builds for major projects in the US, North Africa, the Middle East, Asia and Australia". *Photon International*, Diciembre 2009, 46-52.
- [5] Kearney, A. T., 2010: "Solar thermal electricity 2025". Hoja de ruta de la electricidad solar térmica para la Asociación Europea de Energía Solar Térmica (ESTELA). Disponible en: www.atkearney.com
- [6] Fernández-García, A.; Zarza, E.; Valenzuela, L.; Pérez, M., 2010. "Parabolic-trough solar collectors and their applications". *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 14 (2010), 1695-1721.
- [7] Romero, M.; Marcos, M. J.; Téllez, F. M.; Blanco, M.; Fernández, V.; Baonza, F.; Berger, S., 2000. "Distributed power from solar tower systems: A MIUS approach", *Solar Energy*, 67 (4-6), 249-264.
- [8] Burgaleta, J. I.; Arias, S.; Salbidegoitia, I. B., 2009. "Operative advantages of a central tower solar plant with thermal storage system". *Actas Solar PACES 2009* (CD). Ref. manuscrito: 11720; Berlín, Alemania; 15-18 de septiembre 2009. Ed. DLR, Stuttgart, Alemania. ISBN 978-3-00-028755-8.
- [9] IEA, 2010. *Energy Technology Perspectives 2010 – Scenarios and strategies to 2050*. ISBN 978-92-64-08597-8.
- [10] IEA, 2010. *Technology Roadmap – Concentrating Solar Power*. Disponible gratuitamente en <http://www.iea.org>
- [11] Pitz-Paal, R.; Dersch, J.; Milow, B.; Ferriere, A.; Romero, M.; Téllez, F.; Zarza, E.; Steinfeld, A.; Langnickel, U.; Shpilrain, E.; Popel, O.; Epstein, M.; Karni, J. (2005). *ECOSTAR Roadmap Document for the European Commission; SES-CT-2003-502578*. Editores: Robert Pitz-Paal, Jürgen Dersch, Barbara Milow. Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V., Colonia, Alemania. Febrero 2005.
http://www.vgb.org/data/vgborg_/Forschung/roadmap252.pdf
- [12] Romero, M., 2004. "Solar Thermal Power Plants. En: *Report on research and development of energy technologies*. Editado por el grupo de trabajo sobre energía de IUPAP; 6 de octubre, 2004. pp. 96-108.

AUTORES

José Herrero. Investigador en el departamento de I+D, Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT).

Félix M. Téllez. Investigador en el departamento de I+D, Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas-Plataforma Solar de Almería (CIEMAT-PSA).

www.ciemat.es
www.psa.es

CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN SOLAR: PANORAMA GENERAL Y TENDENCIAS

WERNER WEISS
AEE-INTEC

RESUMEN

El presente artículo ofrece una perspectiva general de las tendencias mundiales de la energía solar térmica y la evolución del mercado en las distintas regiones económicas. Muestra además las diferentes aplicaciones de las tecnologías de energía solar térmica, desde sistemas de calentadores de agua solares, sistemas de climatización y refrigeración solar a pequeña escala, hasta sistemas a gran escala para calefacción urbana y para uso industrial. Finalmente, se presentan las oportunidades y el amplio potencial de África Occidental.

Palabras clave: energía solar térmica, calentadores de agua solares, mercados, aplicaciones de la energía solar térmica, reducción del consumo de energía solar.

1. EL SUMINISTRO ENERGÉTICO MUNDIAL

El incremento de gases de efecto invernadero en la atmósfera, así como el calentamiento global potencial y el cambio climático que conlleva constituyen uno de los mayores peligros medioambientales de nuestros tiempos. Las razones antropogénicas de este cambio climático inminente pueden atribuirse, mayoritariamente, al uso de la energía, a la combustión de fuentes primarias de energía fósiles y a la emisión de CO₂ que acarrea.

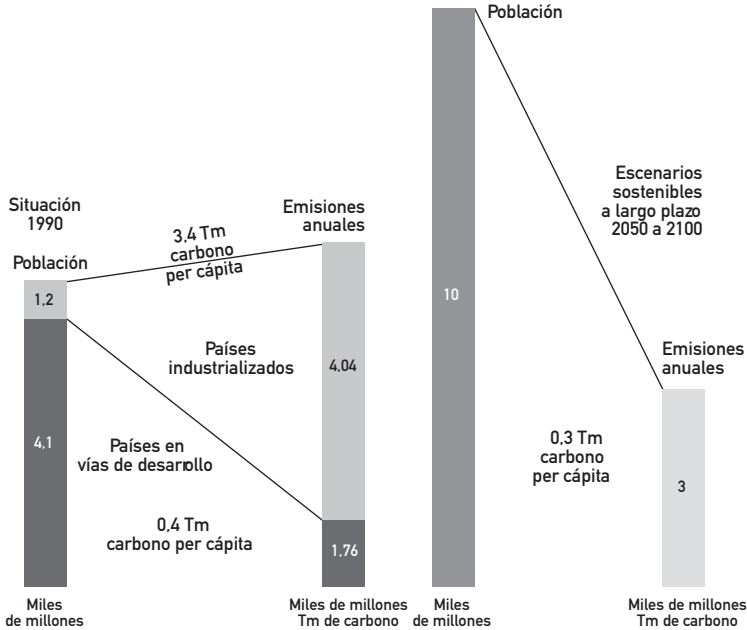
Hoy en día, el suministro energético mundial se basa en fuentes de energía no renovables: petróleo, carbón, gas natural y uranio, que juntas cubren alrededor del 82% de las necesidades energéticas primarias mundiales. El 18% restante se dividiría, aproximadamente, entre biomasa (2/3) y energía hidroeléctrica (1/3).

Según un gran número de expertos, la efectiva protección del clima para generaciones futuras requerirá, como mínimo, una reducción del 50% de las emisiones antropogénicas de gases con efecto invernadero en los próximos 50 a 100 años. Teniendo debidamente en cuenta el ritmo de crecimiento normal de la población y asumiendo un crecimiento simultáneo de las emisiones de CO₂ de combustibles fósiles, se llega a la conclusión de que sería necesaria una reducción media per cápita de las emisiones de, aproximadamente, un 90% de la producción en los países industrializados. Ello equivale a 1/10 de las emisiones actuales de CO₂ per cápita. Incluso en los países en vías de desarrollo se necesitaría una reducción del 10% de las emisiones de CO₂ para alcanzar dicho objetivo.

Una reducción de las emisiones de CO₂, como la mostrada en la figura 1 exigirá la conversión a un suministro duradero de energía basado en la utilización de energías renovables, con una alta proporción de utilización directa de energía solar.

FIGURA 1

EMISIONES PER CÁPITA DE CARBONO A LA ATMÓSFERA REQUERIDAS PARA CUMPLIR CON LOS ACUERDOS DE ESTABILIZACIÓN DEL CLIMA SI SE DUPLICA LA POBLACIÓN



2. TENDENCIAS MUNDIALES DEL MERCADO

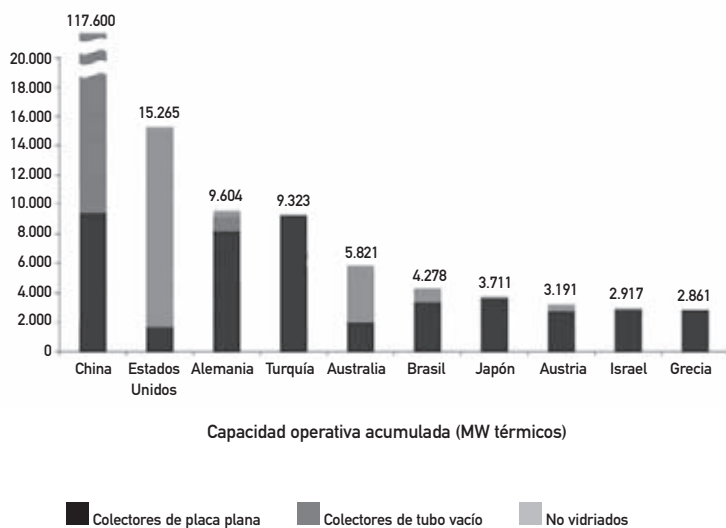
Según el informe "Calefacción solar alrededor del mundo", publicado por el Programa Calefacción y Refrigeración Solar de la IEA (Agencia Internacional de la Energía) [1], la capacidad de colectores solares térmicos operativos en el mundo alcanzó los 195.8 GW térmicos, correspondientes a 279.7 millones de m² a finales de 2010.

La capacidad total está dividida en colectores de placa plana de 62.1 GW térmicos (88.8 millones de m²) y colectores de tubo de vacío de 111.0 GW térmicos (158.5 millones de m²), colectores no vidriados de agua de 21.5 GW térmicos (30.7 millones de m²) y colectores vidriados y no vidriados de aire de 1.3 GW térmicos (1.8 millones de m²).

La gran mayoría de la capacidad operativa total está instalada en China (117,6 GW térmicos), Europa (36,0 GW térmicos) y Estados Unidos y Canadá (16,0 GW térmicos), que juntos suponen el 86,7% del total instalado. La capacidad instalada restante la comparten Asia —excluyendo a China— (9,4 GW térmicos), Australia y Nueva Zelanda (6,0 GW térmicos), Centroamérica y Sudamérica (5,5 GW térmicos), los países MENA¹ Israel, Jordania, Líbano y Marruecos (4,1 GW térmicos) y algunos países africanos (1,2 GW térmicos), en concreto, Namibia, Sudáfrica, Túnez y Zimbabue.

FIGURA 2

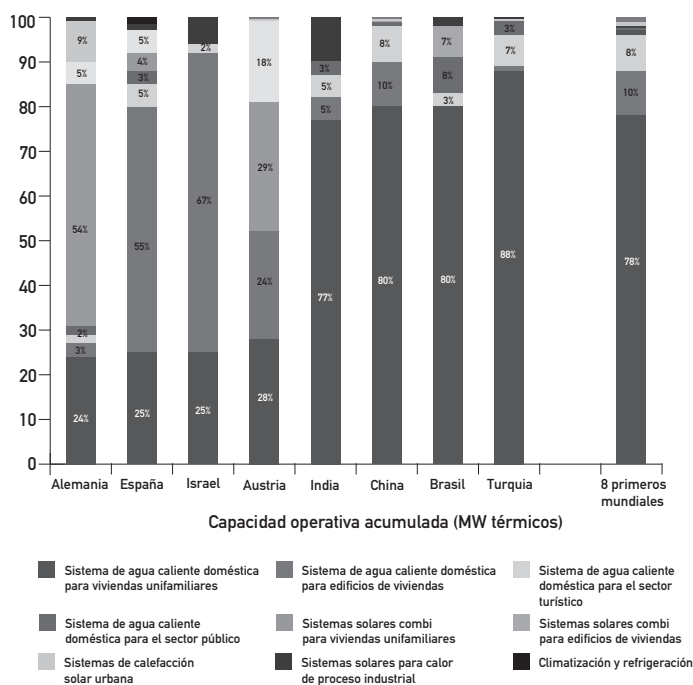
CAPACIDAD TOTAL DE LOS COLECTORES DE AGUA DE LOS 10 PRIMEROS PAÍSES A FINAL DE 2010. DISTRIBUCIÓN POR APLICACIÓN



A nivel básico, los sistemas de calefacción solares constituyen una aplicación sencilla de las energías renovables; los calentadores solares de agua domésticos ya se utilizan de modo generalizado en varios países. Sin embargo, las aplicaciones de la energía solar térmica también incluyen tecnologías con otros fines como calefacción, climatización y refrigeración, así como calor para procesos industriales.

FIGURA 3

DISTRIBUCIÓN DE LAS DIFERENTES APLICACIONES DE LA CAPACIDAD INSTALADA DE COLECTORES VIDRIADOS DE AGUA EN LOS 8 PRIMEROS PAÍSES (RESPECTO A DIFERENTES APLICACIONES) DEL MUNDO EN 2010



En Estados Unidos, Europa y Australia se instalan principalmente sistemas de bombeo, mientras que en Japón, Brasil y China predominan los sistemas de termosifón.

Los sistemas de termosifón son también el tipo de sistema más utilizado en la mayoría de los países africanos. Tales sistemas consisten, únicamente, en un colector, un depósito y las tuberías necesarias. Los sistemas de termosifón no necesitan una bomba de circulación, ya que aprovechan las diferencias de gravedad para su funcionamiento. El agua calentada en el colector sube hasta arriba y es sustituida por agua más fresca del depósito (principio del termosifón). El agua del depósito sigue calentándose mientras que la diferencia de temperatura entre el colector y el depósito sea lo suficientemente grande como para mantener la circulación.



IMAGEN 1. SISTEMA DE TERMOSIFÓN DE PRODUCCIÓN LOCAL PARA UN INTERNADO. ZIMBABUE.

3. UNA TENDENCIA NUEVA. SISTEMAS A ESCALA DE MEGAVATIOS

Una tendencia importante muestra que los sistemas solares térmicos han alcanzado la escala de megavatios en diversas aplicaciones. La mayor planta solar térmica del mundo, con una capacidad de 25 MW térmicos (36.000 m² de superficie de colector) fue instalada en 2011 en Arabia Saudí. El sistema solar térmico suministra a una red de calefacción urbana para una universidad de mujeres con 40.000 estudiantes y profesores. El agua caliente se utiliza para duchas, cocinas, lavanderías, un hospital y, en época de frío, incluso para calefacción.



IMAGEN 2. VISTA DEL CAMPO DE COLECTORES SOLARES TÉRMICOS DE 36.305 M² INSTALADOS EN EL TEJADO DE UN ENORME ALMACÉN. FUENTE DE LA FOTO: MILLENNIUM ENERGY INDUSTRIES

En Singapur, una inmensa planta de refrigeración con una capacidad de refrigeración de 1,6 MW, accionada por 3.900 m² de colectores de placa plana, también fue instalada en 2011.

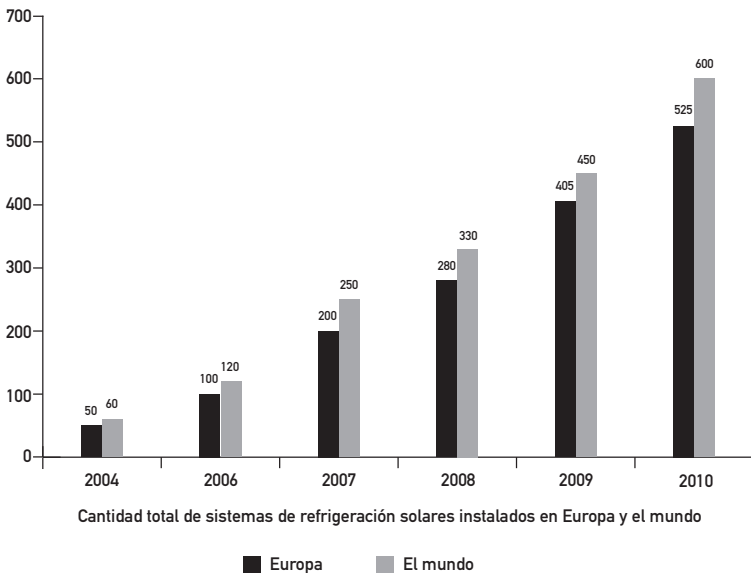
Las mayores aplicaciones de calor de proceso solar, conectadas a las fábricas de Dyeing and Weaving Mill, están instaladas en China: una primera planta de 9,1 MW térmicos (13.000 m²) fue construida en Hangzhou, provincia de Zhejiang, en Shaoxing Dyeing and Weaving Mill y, entretanto, se han encargado otros dos proyectos de 10,5 MW térmicos (15.000 m²) en la provincia vecina de Jiangsu.

4. CLIMATIZACIÓN Y REFRIGERACIÓN SOLAR

Las aplicaciones de refrigeración solar convierten la energía solar en frío mediante el funcionamiento de una máquina térmica de refrigeración.

FIGURA 4

DESARROLLO DEL MERCADO DE SISTEMAS DE CLIMATIZACIÓN Y REFRIGERACIÓN SOLAR, DESDE PEQUEÑA HASTA GRAN ESCALA, A NIVEL MUNDIAL Y EN EUROPA



FUENTE: SOLEM CONSULTING / CLIMASOL, FRAUNHOFER ISE, ROCOO, TECSOL

A finales de 2010 se habían instalado alrededor de 600 sistemas de refrigeración solar alrededor del mundo y los mercados principales eran España, Alemania e Italia. El mercado todavía puede clasificarse como un nicho de mercado en vías de desarrollo, pero, a pesar de ello, los índices de crecimiento anual son tan altos como puede apreciarse en la figura de arriba.

5. OPORTUNIDADES PARA ÁFRICA OCCIDENTAL

El uso de energía solar térmica en los países de África Occidental se encuentra todavía en un nivel muy bajo, aun cuando el recurso —la disponibilidad de radiación solar— es bastante abundante en todos los países africanos.

El costo creciente de la energía, debido a la subida del precio del petróleo, y el debate mundial sobre cambio climático y reducción de emisiones de CO₂ han suscitado la concienciación de la mayoría de los gobiernos de África Occidental con respecto a la energía solar térmica.

6. LOS BENEFICIOS ÚNICOS DE LA ENERGÍA SOLAR TÉRMICA

Dentro de la cartera de calefacción y la refrigeración renovables, las aplicaciones de la energía solar térmica ofrecen ventajas específicas:

- La energía solar térmica conduce siempre a una reducción directa del consumo energético primario.
- La energía solar térmica puede combinarse con casi todos los tipos de fuentes de calor de respaldo.
- La energía solar térmica no depende de recursos limitados que también se necesitan para otros fines energéticos y no energéticos.
- La energía solar térmica no produce un crecimiento importante de la demanda eléctrica, que, de no usarse aquella en el caso de

despliegues a gran escala, podría suponer inversiones considerables para aumentar la producción energética y la capacidad de transmisión.

- La energía solar térmica está disponible en cualquier lugar de África Occidental.
- Los precios de la energía solar térmica son muy predecibles, dado que la mayor parte de los mismos se ocasionan en el momento de la inversión y, por consiguiente, no dependen de futuros precios del petróleo, gas, biomasa o electricidad. Los gastos de funcionamiento son insignificantes.
- El impacto ambiental de los sistemas solares térmicos durante su ciclo vital es extremadamente bajo.
- Se posibilita una considerable reducción de la pobreza por la creación de nuevos puestos de trabajo en energías renovables que proporcionan oportunidades de empleo.
- Si se instalan sistemas solares térmicos en instituciones sociales como hospitales, orfanatos, clínicas para enfermos de sida o residencias de ancianos, mejorará la higiene y se reducirán los gastos corrientes de dichas instituciones con la sustitución de biomasa, electricidad o combustibles fósiles por energía solar.

Tal y como se describe con detalle en la Hoja de Ruta sobre Calefacción y Refrigeración Solar de la IEA [2], las tecnologías solares térmicas pueden desempeñar un papel importante en la consecución de objetivos de seguridad energética y desarrollo económico, así como en la atenuación del cambio climático. Las tecnologías solares térmicas tienen ventajas específicas. Son compatibles con casi todas las fuentes de calefacción de respaldo y se pueden aplicar de modo prácticamente universal por su capacidad de producir agua caliente, aire caliente, así como calor y frío. Además, las tecnologías solares térmicas pueden aumentar la resistencia contra el aumento de los precios de la energía, ya que la mayor parte de los costes se ocasionan en el momento de la inversión, los gastos corrientes son mínimos y no están supeditadas a la volatilidad de los precios del carbón, petróleo, gas o electricidad. El suministro de energía local conlleva una menor transmisión de energía, lo que aumenta la eficiencia y rentabilidad de

los costes. Por otra parte, la calefacción y refrigeración solar crea empleo a nivel regional y local, dado que gran parte de la cadena de valor (ingeniería, diseño, instalación, mantenimiento) no puede deslocalizarse. Las tecnologías solares térmicas basadas en colectores de placa plana o de tubo vacío están ofreciendo oportunidades para la fabricación y el desarrollo económico locales, tanto en economías en vías de desarrollo como en economías desarrolladas.

7. LAS APLICACIONES SOLARES TÉRMICAS PUEDEN REDUCIR CONSIDERABLEMENTE EL CONSUMO ELÉCTRICO

Además de sustituir a los combustibles fósiles que se queman directamente para producir calor, las tecnologías solares térmicas pueden sustituir a la electricidad utilizada para calentar agua y calefacción. Ello sería especialmente benéfico en países cálidos carentes de infraestructura de gas y combustibles alternativos de calefacción (por ejemplo, recursos limitados de biomasa). Por ejemplo, en Sudáfrica, los calentadores de agua eléctricos suponen un tercio del consumo energético medio por hogar (a base de carbono). La tecnología de refrigeración solar térmica puede reducir asimismo la carga de la red eléctrica en épocas punta de demanda de refrigeración, sustituyendo total o parcialmente a los frigoríficos y aparatos de aire acondicionado eléctricos convencionales. Las tecnologías de refrigeración solar se benefician especialmente de la estrecha relación entre la cantidad de recurso solar y la demanda energética de refrigeración.

NOTAS

1. Oriente Medio y África del Norte.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Weiss and Mauthner, 2012. Solar Heat Worldwide, IEA Solar Heating and Cooling Programme, Gleisdorf.
- [2] IEA, 2012. Technology Roadmap – Solar Heating and Cooling, Paris.

AUTOR

Werner Weiss. Director del AEE-Institute for Sustainable Technologies (AEE-INTEC).

www.aee-intec.at

MICRORREDES CON ENERGÍAS RENOVABLES

NUEVOS CONCEPTOS DE MICRORREDES ELÉCTRICAS PARA ZONAS AISLADAS Y DÉBILMENTE CONECTADAS

DANIEL HENRÍQUEZ ÁLAMO
ITC

RESUMEN

En el mundo más de 1.200 millones de personas no tienen acceso a la electricidad. El acceso a bajo coste y seguro a la energía es crucial para el desarrollo económico y social de África. La incorporación de fuentes de energías renovables a las redes eléctricas existentes y la electrificación de zonas aisladas supone un reto importante cuyo objetivo es llevar la energía en condiciones óptimas de calidad de suministro y al menor coste posible.

Los sistemas fotovoltaicos aislados, principalmente las pequeñas instalaciones fotovoltaicas como los "Solar Home Systems", las minirredes híbridas fotovoltaicas, los sistemas fotovoltaico-diésel y la integración de plantas fotovoltaicas en las redes eléctricas existentes mejoran de forma sustancial la forma de vida de las personas. Más del 80% de la gente sin acceso a la energía eléctrica vive en zonas rurales de países en desarrollo, países que normalmente tienen un gran potencial de energía solar [1].

En este artículo se describen las diferentes topologías de microrredes eléctricas para electrificación aislada, el desarrollo tecnológico actual y los nuevos conceptos de

microrredes eléctricas que permiten la integración de renovables en redes eléctricas débiles.

Palabras clave: microrredes, minirredes híbridas fotovoltaicas, microrredes eléctricas conectadas a las redes de distribución, redes eléctricas inteligentes, desalación con ósmosis inversa.

Los generadores diésel han sido históricamente la solución para las necesidades de electrificación remota. El coste de inversión de capital inicial en instalaciones aisladas es muy bajo por kW instalado. Sin embargo, la subida gradual de los costes del combustible y los costes del transporte a zonas remotas disminuye las ventajas asociadas a la opción de utilizar grupos diésel ya que se hace prohibitivo el coste de generación del kWh en redes eléctricas pequeñas, costes que pueden llegar hasta los 2 €/kWh [2].

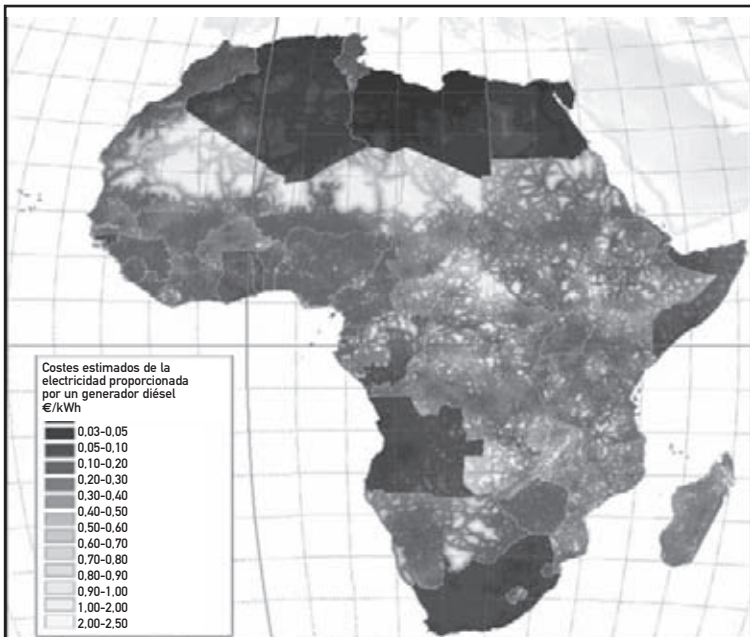


IMAGEN 1. COSTES ESTIMADOS DE LA ELECTRICIDAD (€/KWH) SUMINISTRADA A TRAVÉS DE UN GENERADOR DIÉSEL. CALCULADOS A PARTIR DEL PRECIO DE ESTE COMBUSTIBLE EN CADA PAÍS Y TOMANDO EN CONSIDERACIÓN EL COSTE DE SU TRANSPORTE.

FUENTE: SZABO, S.; BODIS, K.; HULD, T.; MONER-GIRONA, M., 2011.

En esta situación es necesario buscar alternativas que disminuyan el coste de la generación tanto en zona aisladas como en aquellas zonas a las que ya llega la red eléctrica, redes eléctricas que suelen ser muy débiles debido, entre otras cosas, a su tamaño y con altas pérdidas en transporte y distribución de la energía. Las microrredes con alta penetración de energías renovables son una alternativa a reducir no solamente el coste asociado a la generación en redes existentes sino muchas veces la única solución óptima para llevar la energía a zonas remotas, zonas que han sido normalmente electrificadas por mini/microrredes dominadas por grupos diésel. La utilización de fuentes de energías renovables reducen el impacto medioambiental de la generación eléctrica, desplazando el consume de fuel y reduciendo el coste global de la electricidad.

Sin embargo, cuando existe una alta penetración de fuentes de energías renovables, su característica fluctuante (solar y eólica) unida con la alta variabilidad de la curva de demanda en las comunidades rurales genera retos técnicos para poder generar una red eléctrica con buena calidad del suministro. Estos restos se consiguen resolver con estrategias de control y topologías adecuadas.

Las microrredes para electrificación aislada se pueden clasificar en función de la naturaleza del componente que forma la red eléctrica [3]:

- Microrred dominada por varios grupos diésel, en los cuales los generadores diésel forman la red siendo el resto de fuentes de generación (si existieran) los que siguen la tensión y la frecuencia de la microrred.
- Microrredes dominadas por un solo elemento de generación que cambia de uno a otro. Este tipo de microrredes tienen múltiples fuentes de generación conectadas a la microrred (normalmente inversores de batería y generadores diésel) y el generador de la microrred cambia de uno a otro.
- Microrred dominada por varios inversores. Este tipo de microrred descentralizada es utilizada cuando se pretende distribuir la generación a lo largo de la red eléctrica. En este tipo de microrredes necesitan de un enlace de comunicaciones para coordinar los diferentes dispositivos de generación.

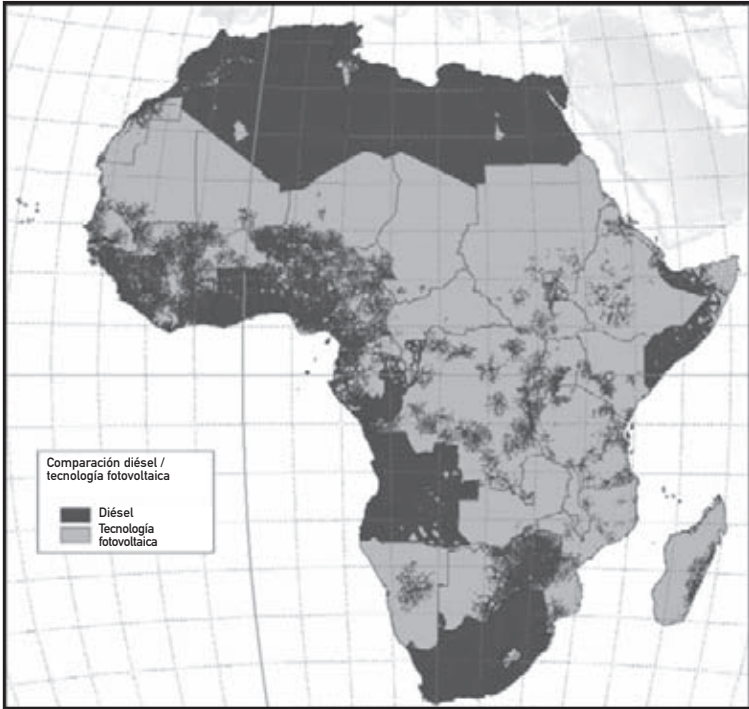


IMAGEN 2. OPCIONES DE ELECTRIFICACIÓN AISLADA: COMPARACIÓN EN TÉRMINOS ECONÓMICOS DEL DIÉSEL Y LA TECNOLOGÍA FOTOVOLTAICA.

FUENTE: SZABO, S.; BODIS, K.; HULD, T.; MONER-GIRONA, M., 2011.

En el caso de que las microrredes se conecten a la red eléctrica convencional o se pretendan conectar en un futuro deben considerarse durante el diseño una serie de aspectos con el objetivo de garantizar la calidad de la energía y la fiabilidad del suministro [4]:

- El cumplimiento de las normas vigentes sobre calidad de energía y conexión a la red.
- La implementación de medidas adicionales específicas para el sitio.
- Tener en cuenta la evolución de la normativa existente, sobre todo en lo referente a los estándares de calidad del suministro.

1. EL ITC Y LAS MICRORREDES AISLADAS

Históricamente el Instituto Tecnológico de Canarias ha trabajado en el desarrollo de soluciones energéticas basadas en minirredes dominadas por inversor para lugares remotos en países en desarrollo, sobre todo focalizado en el suministro de soluciones para el abastecimiento de agua. Algunos de estos proyectos son:

1.1. PROYECTO DE MINIRRED PARA DESALACIÓN EN KSAR GHILÈNE (TÚNEZ)

Este proyecto fue ejecutado dentro del marco de la cooperación entre España y Túnez y su objetivo era el suministro de agua dulce mediante un sistema de desalación con ósmosis inversa empleando tecnología fotovoltaica. El proyecto se desarrolló en Ksar Ghilène, una población de 300 habitantes, aislada en el interior del país, concretamente en el sur, en el desierto del Sáhara. La red eléctrica más cercana se encuentra a 150 km y el pozo de agua dulce más próximo a 60 km. La capacidad nominal de producción de agua es de 50 m³ al día, pero, dado que el suministro de energía depende de la radiación solar, la producción media de agua dulce es de 15 m³ diarios, es decir, que el sistema puede funcionar aproximadamente 7,5 horas al día. El agua sin procesar llega procedente de un pozo de agua salobre situado en un oasis cercano. El suministro de energía lo proporciona un generador solar fotovoltaico de 10,5 kWp con acumulación de energía por baterías. El campo fotovoltaico suministra energía a la red eléctrica autónoma, que está compuesta de un controlador de carga, un banco de baterías con una capacidad nominal de 660 Ah (C10) y un inversor de 10 kW.



IMAGEN 3. PLANTA DE DESALACIÓN FOTOVOLTAICA DE KSAR GHILÈNE.
FUENTE: ITC.

1.2. PROYECTOS DE ÓSMOSIS INVERSA CON TECNOLOGÍA FOTOVOLTAICA EN MARRUECOS

Los sistemas se desarrollaron en el marco del proyecto ADIRA (2003-2008) (iniciativa cofinanciada por la Comisión Europea a través del programa para el agua MEDA), con la colaboración de entidades locales (los gobiernos locales de las provincias de Essaouira y Tiznit, las autoridades municipales y asociaciones locales), así como del socio marroquí del proyecto (la ONG FM21). La Comisión Europea, el gobierno de Canarias, a través de la Dirección General de Relaciones con África, el Instituto Tecnológico de Canarias (ITC) y los gobiernos de las provincias de Essaouira y Tiznit contribuyeron a financiar el proyecto. La capacidad nominal unitaria de la planta de desalación con ósmosis inversa es de 1.000 l/h -1 (para 3 unidades) y 500 l/h-1 (para la cuarta unidad). La planta es capaz de operar en dos puntos de presión del flujo de alimentación, permitiendo así pasar de demanda energética parcial a total y viceversa. Ello es posible gracias a un convertidor de frecuencia que modifica la frecuencia de CA suministrada al motor eléctrico que a su vez se encuentra conectado a la bomba de alta presión: cuanto más elevada sea la frecuencia, más flujo de alimentación y más presión disponibles, y, en consecuencia, mayor demanda energética.

El concepto de sistema fotovoltaico es similar al caso de Túnez: campo fotovoltaico, controlador de carga, baterías, inversor y cargas. Los paneles fotovoltaicos se conectan en paralelo (8 aparatos) y en series (4x12 VDC), con lo cual la configuración es 8x4 y el voltaje de tensión de salida nominal es de 48 VDC.



IMAGEN 4. SISTEMA DE ÓSMOSIS INVERSA FOTOVOLTAICA INSTALADO EN TANGARFA (MARRUECOS). FUENTE: ITC.



IMAGEN 5. VISTA PARCIAL DE LA CENTRAL DE LA MICRORRED DE VALE DA CUSTA. FUENTE: RICAM.

1.3. MICRORRED AISLADA HÍBRIDA DE VALE DA CUSTA (CABO VERDE)

Proyecto desarrollado por el clúster de empresas de energías renovables de Canarias RICAM con el apoyo tecnológico del ITC y financiado por la Agencia Española de Cooperación Internacional (AECI) y la Dirección General de Relaciones con África del gobierno de Canarias. Se trata de una microrred que suministra electricidad a 117 viviendas en la aldea de Vale Da Custa, en la isla de Santiago. (Cabo Verde). Está formada por una topología de red dominada por inversores de batería, pero que en caso necesario la microrred es controlada por un grupo diésel de 40 kVA. La generación está centralizada en una planta fotovoltaica de 18 kW y tres aerogeneradores de 3,5 kW. El sistema está preparado para la conexión a la red eléctrica pública si esta llegara a la población en los próximos años. En este caso se puede cambiar el modo de control y explotación del sistema.

Actualmente las líneas de trabajo del ITC se están orientando a la integración de la microgeneración en redes existentes (dominadas por diésel) tanto de pequeño tamaño a través de la integración de generación fotovoltaica en minirredes diésel como en la integración masiva de microfuentes renovables en la redes convencionales en forma de UDM's (Utility Distribution Microgrids).

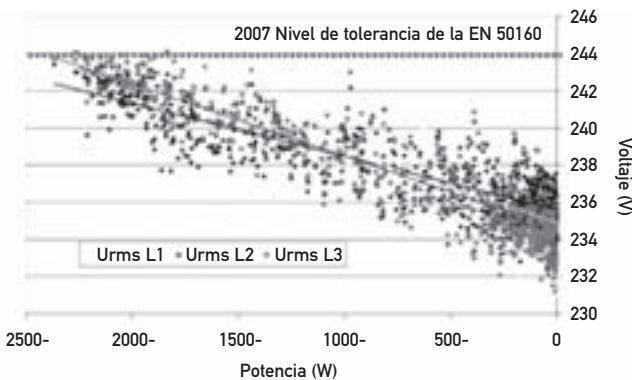
2. MICRORREDES ELÉCTRICAS CONECTADAS A LAS REDES DE DISTRIBUCIÓN (UDM'S)

La incorporación de fuentes de microgeneración distribuida en las redes eléctricas de África, fundamentalmente de origen fotovoltaico, supone un reto técnico importante, ya que hasta ahora las redes han sido redes eléctricas unidireccionales. En las redes convencionales existen centrales de generación (normalmente diésel), más o menos alejadas de las zonas de consumo, donde se produce la energía eléctrica transportándose y distribuyéndose luego hasta el consumidor final.

El reto de la interconexión de estas fuentes de generación renovable está en conseguir que la proporción de generación sea lo mayor posible sin empeorar la calidad del suministro eléctrico, y más aún, mejorándolo si es posible en aquellas redes más débiles. Como muestra del riesgo que supone la integración masiva de generación distribuida en una línea de baja tensión se observa en la gráfica siguiente el efecto de los niveles de tensión en una rama de una línea de baja tensión en función de la potencia inyectada en Alemania [5]. Se puede observar cómo se llega casi a la tolerancia máxima permitida por la EN 50160 en este caso.

FIGURA 1

VOLTAJE AL FINAL DE UNA LÍNEA DE ALIMENTACIÓN COMO FUNCIÓN DE LA ENERGÍA POR INVERSOR SUMINISTRADA



FUENTE: PVUPSCALE PROJECT WP4. DELIVERABLE: 4.3 ([HTTP://WWW.PVUPSCALE.ORG](http://www.pvupscale.org))

Las UDM's (Utility Distribution Microgrids) son una solución a la integración de las fuentes de microgeneración renovable en las redes de distribución, fundamentalmente en las redes de baja tensión, cuyo objetivo es disminuir la complejidad en la gestión y el control agrupando las instalaciones de generación, cargas y almacenamiento conectadas a una red de baja tensión.

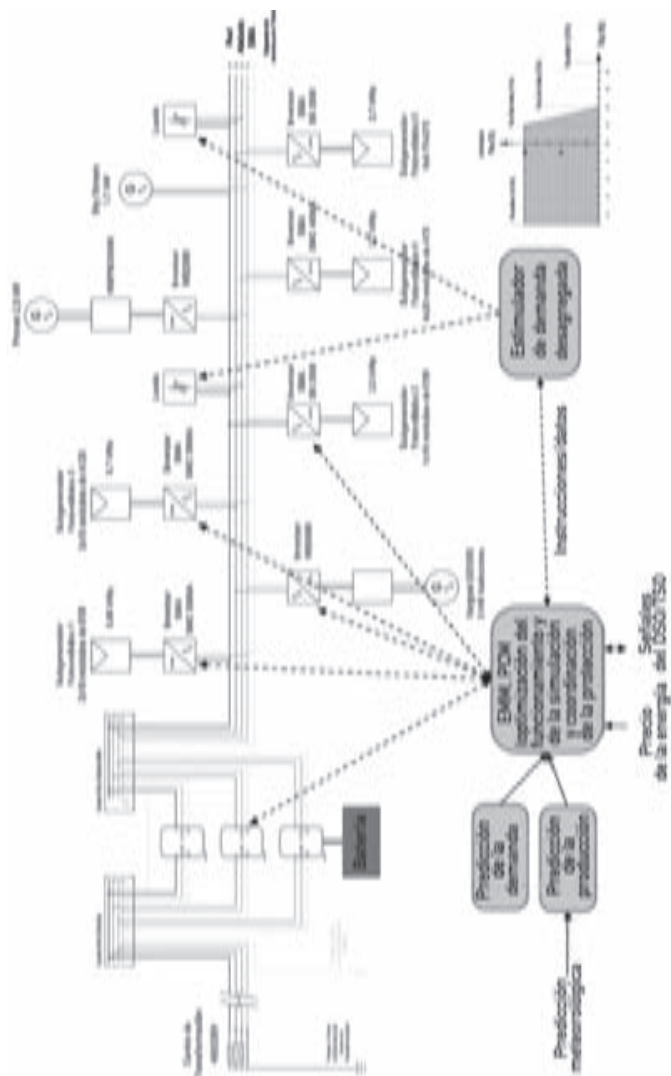
Este tipo de microrredes se pueden definir como redes eléctricas de pequeño tamaño diseñadas para suministrar electricidad (y calor) a las cargas de una pequeña comunidad como puede ser una zona periurbana, un área comercial o un emplazamiento industrial. Desde el punto de vista operacional, las fuentes de microgeneración deben estar equipadas con interfaces de electrónica de potencia y sistemas de control [6] que proporcionen la flexibilidad necesaria para asegurar la operación de la microrred como si fuera un solo sistema agregado y para mantener la calidad del suministro. Es decir, el sistema de control de la microrred debe conseguir que la microrred sea vista desde el operador de la red eléctrica a la que conecta como un solo sistema que se comporte como una carga agregada con capacidad de funcionar de manera aislada si fuera necesario.

Varios son los aspectos en los que deben basarse la gestión de las UDM's. En el ITC, desde el año 2010 se está trabajando en un modelo de gestión que tenga en cuenta diferentes factores para lograr un funcionamiento lo más óptimo posible: la predicción de la generación renovable de la microrred, la predicción de la demanda, la gestión del sistema de almacenamiento, la gestión de la demanda (entre ellas, posible cargas deslastrables como plantas desaladoras o sistemas de bombeo) y el control del flujo de energía en el punto de interconexión con la red eléctrica convencional.

El ITC trabaja desde hace unos años en la investigación del control de este tipo de sistemas estando actualmente involucrado en varios proyectos:

- Microrred eléctrica inteligente de La Graciosa: actualmente en fase previa de estudio y análisis de datos, se trata de un proyecto que se está desarrollando conjuntamente con ENDESA en la pequeña isla canaria de La Graciosa. En esta isla se pretende instalar micro-fuentes de generación fotovoltaica de manera masiva y distribuida

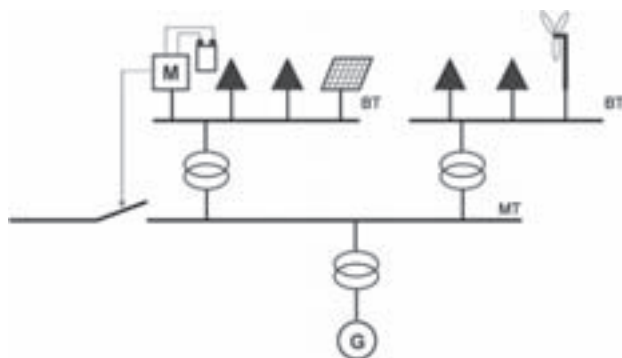
FIGURA 2
COMPONENTES DE GESTIÓN ENERGÉTICA Y CONTROL DE PROTECCIÓN PARA MICRORREDES



en la red de baja tensión haciendo funcionar estas de forma coordinada para maximizar la penetración de renovables en la isla, garantizar la calidad del suministro y prestar servicios complementarios al sistema eléctrico principal al que se conecta por un cable submarino de 1,5 km.

FIGURA 3

ESQUEMA GENERAL DE UNO DE LOS ESCENARIOS EN ESTUDIO PARA LA GRACIOSA



FUENTE: ITC.

- Proyecto SINGULAR. Proyecto cofinanciado por el 7º Programa Marco de la Unión Europea, en el que se investiga en diferentes herramientas (operación de sistema, gestión del almacenamiento, etc.) que permitan la integración masiva de la generación distribuida en redes insulares, entre ellas las microrredes.
- Proyecto TAKATONA 2. Proyecto cofinanciado por FEDER-Programa de Cooperación Transfronteriza (POCTEFEX). Tiene como objetivo estudiar la viabilidad técnica y económica de microrredes inteligentes conectadas a la red eléctrica de la ONEE (Office National de l'Electricité et de l'Eau Potable) en zonas rurales de Marruecos.

3. CONCLUSIONES

Este nuevo concepto de microrred conectada con la red eléctrica convencional (UDM) es una oportunidad, que aún necesita de más investigación, para lograr una integración de la microgeneración de fuentes

no gestionables en las redes de distribución de baja tensión. Este concepto permitiría el control de este tipo de fuentes sin que estas supongan un problema en la calidad del suministro y reducirían el coste del kWh generado por las centrales convencionales en África a la vez que permitiría una democratización de la producción de la energía. Sin duda, en los próximos años hay que trabajar en marcos regulatorio específicos que permitan integrar este tipo de sistemas en las redes eléctricas ya existentes.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] The Off-Grid Market - a Land of Opportunities Michael Wollny Alliance for Rural Electrification. 6th European Conference on PV-Hybrids and Mini-Grids.
- [2] Szabo, S.; Bodis, K.; Huld, T.; Moner-Girona, M. 2011. "Energy solutions in rural Africa: mapping electrification costs of distributed solar and diésel generation versus grid extension", Environ. Res. Lett., 6.
- [3] PV Hybrid Mini-Grids: Applicable Control Methods for Various Situations (IEA-PVPS T11-07:2012) (<http://www.iea-pvps.org/>).
- [4] IEA-PVPS T11-06:2011 Design and operational recommendations on grid connection of PV hybrid mini-grids. (<http://www.iea-pvps.org/>).
- [5] PVUpScale Project WP4. Deliverable: 4.3 (<http://www.pvupscale.org/>).
- [6] Proyecto Microgrids y MoreMicroGrids (<http://www.microgrids.eu>).

AUTOR

Daniel Henríquez-Alamo. Departamento de Energías Renovables en ITC.

www.itccanarias.org

POTENCIAL BIOENERGÉTICO EN ÁFRICA OCCIDENTAL

BAH F. M. SAHO
ECREEE

La demanda energética de África Occidental se caracteriza por una elevada dependencia de la biomasa tradicional y, por consiguiente, los problemas de acceso a servicios energéticos limpios, eficientes y modernos, especialmente la energía para cocinar. Los retos para el acceso a servicios radican en la utilización generalizada de madera combustible (leña y carbón vegetal) extraída de bosques naturales de un modo muy poco sostenible. Según el balance energético de la región (2010), en la mayoría de los países alrededor de un 78% de la demanda energética total proviene de la biomasa tradicional. Además, casi el 90% de la población utiliza madera y carbón para la cocina doméstica.

La consecuencia del uso no sostenible e ineficiente de los recursos madereros es la contribución a la destrucción de los bosques naturales, los problemas de salud derivados del humo y los problemas medioambientales generales de la región. Otra consecuencia de las cosechas y utilización no sostenibles de los recursos forestales, conducentes a la deforestación y a otros problemas medioambientales, es su repercusión directa en la producción de alimentos y, por tanto, el perjuicio a la seguridad alimentaria.

En los últimos años, algunos gobiernos nacionales han emprendido las siguientes estrategias de intervención para reducir la gran dependencia de la población de la biomasa tradicional: 1) fomentar

cocinas eficientes para madera y carbón; 2) implementación de proyectos de plantación y arboledas como suplemento a las necesidades de madera de la población, tanto para la industria de la construcción como para cocinar; 3) fomento de combustibles alternativos para cocinar, como el gas licuado del petróleo (GLP) y el queroseno; y 4) fomento de los recursos de energías renovables como el biogás, la biomasa producida con residuos agroindustriales y especies de plantas invasivas como la *typha australis*. Las intervenciones nacionales pasadas han dado resultados muy diversos, en algunos casos han tenido poco éxito. Sin embargo, parte de los logros se han visto mermados por el crecimiento de la población, especialmente en las áreas urbanas, al incrementarse con ello la demanda de madera combustible.

Una de las barreras más importantes detectadas al fomentar la producción y utilización sostenibles y eficientes de biomasa y bioenergía moderna radica en las soluciones *ad hoc* no planificadas. La mayoría de los países de la región, o bien no tienen marcos normativos, o bien no tienen principios directores del planeamiento e implementación de oferta y demanda de biomasa. No obstante, existen oportunidades de producción y utilización de productos y servicios de bioenergía modernos, sostenibles y eficientes.

Las siguientes soluciones estratégicas ofrecen oportunidades de producción y utilización de bioenergía:

1. Producción y utilización de servicios sostenibles de bioenergía (incluyendo el uso de cocinas eficientes, producción de briquetas y generación sostenible de biocombustibles) que apoyen una mayor producción de alimentos, etc.
2. Mejor gestión y expansión de los recursos naturales forestales que respalden el desarrollo socioeconómico en las áreas rurales y periurbanas, mediante técnicas de gestión sostenibles.
3. Fomento de la producción y procesamiento de alimentos para dar un valor añadido a la creación de empleo y a la generación de ingresos, a través de una mayor y más eficiente producción agrícola y de la utilización de los productos agrícolas y productos agrícolas transformados para afrontar la seguridad alimentaria de modo prioritario.

4. Uso de los residuos agrícolas/alimentarios para su transformación en biocombustibles y así aumentar el acceso a la energía y disminuir la pobreza, incluyendo la pobreza energética.
5. Fomento de la producción de cultivos energéticos no alimentarios en tierras seleccionadas y convenidas de antemano, teniendo en cuenta los lugares establecidos para la producción de alimentos, piensos y fibras, la biodiversidad y otras consideraciones medioambientales.
6. Fomento, cuando sea posible, de la eficiencia en toda la cadena de valor de la producción de combustibles y dispositivos de biomasa y bioenergía y en su utilización.

Por consiguiente, el potencial bioenergético de la región puede resumirse en el siguiente programa de actividades:

- *Fomento de cocinas y combustibles para cocinar más limpios, alternativos, eficientes y modernos:* cocinas y combustibles nuevos, eficaces y modernos, incluyendo el bioetanol, metanol, biogás, briquetas y cocinas mejoradas muy eficientes. Los combustibles y las cocinas modernas ofrecen oportunidades de producción, procesamiento y comercialización para la transformación socioeconómica y la creación de empleo, especialmente en las zonas rurales. El Gas Licuado del Petróleo (GLP) no es un biocombustible, pero puede utilizarse como sustituto de la biomasa tradicional por su limpieza y eficacia.
- *Producción y utilización eficiente de los recursos energéticos:* producción sostenible y más eficiente de recursos madereros y de biomasa (como el carbón) y su utilización para optimizar el rendimiento.
- *Residuos agroindustriales:*
 - El briqueteado y la carbonización de residuos agroindustriales para facilitar su uso y transporte. Se utilizan varios procesos, como la carbonización y luego el briqueteado y viceversa. Algunos de los residuos agroindustriales incluyen cáscaras de cacahuetes, tallos de algodón y también una planta invasora llamada *Typha australis*.
 - Biogás: la producción de biogás de residuos animales/humanos ofrece oportunidades aún por explotar completamente. Los residuos líquidos urbanos podrían asimismo utilizarse para

producir biogás. Las oportunidades para cocinar y producir energía y luz son enormes y no solo en el sector doméstico, sino también en el institucional, comercial e industrial.

- *Residuos sólidos urbanos (RSU)*: la utilización de estos residuos como fuente de energía no ha sido explotada. No existe un proyecto de éxito en la región debido a varios factores relativos, al parecer, a sus características: la calidad (no determinada) y la cantidad de residuos. Desgraciadamente, los residentes de las municipalidades pagan por la recogida de residuos para que luego estos sean vertidos o enterrados, acarreando con ello negativas consecuencias sanitarias, sociales y medioambientales. Sin embargo, la tecnología ha evolucionado para la transformación en energía de cualquier tipo de residuos. Este proceso de obtención de energía a partir de residuos conlleva múltiples beneficios para el consumidor: medio ambiente más limpio y saludable, acceso a la energía y ahorro en coste de combustible.
- *Mejor gestión forestal*: el concepto de gestión forestal debe reforzarse en aras de una eficiente y efectiva cosecha de los recursos forestales, realizada de modo sostenible. Se han desarrollado y probado algunos conceptos de gestión forestal desde los años noventa, como la silvicultura comunitaria, la cogestión de parques forestales y los bosques estatales gestionados por la comunidad. La participación efectiva de las comunidades rurales en la gestión forestal resulta indispensable para conseguir sostenibilidad y eficiencia. Se requiere, no obstante, reformas institucionales, legales y organizativas para el desarrollo de estos conceptos y así, poder implementar y ejecutar una mejor gestión forestal. Mejor gestionados, los recursos forestales de la región podrían ofrecer un suministro sostenible de madera combustible.
- *Producción de biocombustible, biodiésel y bioetanol*: el cultivo y la producción de biocombustibles ofrecen algunas oportunidades a las comunidades rurales al suministrarles combustibles modernos y eficientes. Sin embargo, resulta crucial la sostenibilidad de la producción y utilización, especialmente en el caso de cultivos con fines exclusivamente energéticos. La Estrategia Bioenergética de la CEDEAO (Comunidad Económica de los Estados de África del Oeste) fomenta la producción de biocultivos provenientes únicamente de

adjudicaciones de tierras aprobadas y que utilicen los cultivos acordados en cada país. En la producción y procesamiento de los cultivos deben tomarse en consideración aspectos como el agua, la tierra y otros elementos del entorno natural, según los Indicadores de Sostenibilidad de la GBEP (Asociación Global para la Bioenergía), las Herramientas de Apoyo a la toma de Decisiones de UNEP/FAO (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente/Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación), etc.

La Estrategia Bioenergética de la CEDEAO impulsa una mayor producción de alimentos y el uso de residuos (agrícolas/alimentos) para la producción de bioenergía.

- *Biodiésel para plataformas multifuncionales* (MFP, según sus siglas en inglés): MFP es un dispositivo polifacético propulsado por un motor diésel que lleva a cabo múltiples funciones simultáneamente. Produce energía para electricidad que puede utilizarse con fines productivos mientras bombea agua, carga batería y muele cereales al mismo tiempo. Se está utilizando el MFP, en algunos países, para dar acceso a la energía a comunidades rurales en la región de la CEDEAO. El uso de biodiésel/aceite vegetal puro (PPO, según sus siglas en inglés) como fuente de combustible del MFP hace que sea atractivo para algunas comunidades rurales producir su propio combustible para ofrecer servicios de energía.
- *Generación de bioelectricidad*: la generación de electricidad a partir de biomasa, a escalas que van desde unos pocos kilovatios, para las aldeas rurales, hasta megavatios, ofrece la oportunidad de aumentar el acceso a la energía a tarifas razonables. En algunos países, hay una enorme cantidad de residuos de biomasa, lo que ofrece una oportunidad para tales servicios.

No obstante, el desarrollo e implementación de un programa bioenergético requiere un enfoque estratégico. En este sentido, la CEDEAO, junto con la Global Bioenergy Partnership (Asociación Global para la Bioenergía, GBEP, según sus siglas en inglés) y con el apoyo de otros socios convocaron un Foro Regional para la Bioenergía en Bamako, Mali, en marzo de 2012, para debatir temas relativos a la ejecución del Programa Bioenergético en la región. El foro adoptó un Marco Estratégico Regional para implementar el programa. Para

obtener más detalles sobre el Marco Estratégico se puede visitar la página www.ecreee.org.

El objetivo general de este Marco Estratégico es determinar acciones prioritarias para capacitar a los ciudadanos de la región de la CEDEAO, mediante la creación de un entorno propicio para la producción y utilización sostenibles de bioenergía moderna. El Marco Estratégico Bioenergético Regional tiene como objetivo hacer posible y fomentar inversiones domésticas y extranjeras que ayuden a paliar la pobreza energética dominante en la región, tanto en las poblaciones rurales como en las periurbanas, sin poner en peligro la seguridad alimentaria ni el medio ambiente. En la implementación de este Marco Estratégico se tendrá en cuenta la producción local de componentes/dispositivos y combustibles para impulsar el desarrollo socioeconómico, a través de la creación de valor añadido y empleo.

AUTOR

Bah F. M. Saho. Experto en energías renovables, ECREEE.

www.ecreee.org

POTENCIAL DE LA ENERGÍA HIDROELÉCTRICA A PEQUEÑA ESCALA Y PERSPECTIVAS EN LA REGIÓN DE LA CEDEAO

MAHAMA KAPPIAH
Y MARTIN LUGMAYR
ECREEE

RESUMEN

Para la CEDEAO, una central hidroeléctrica a pequeña escala (SSHP, por sus siglas en inglés) produce hasta 30 MW. Gracias a esta definición, todos los países de la región están armonizados y la recopilación de datos y el seguimiento del desarrollo de la hidráulica a pequeña escala se pueden llevar a cabo a nivel regional. En el marco de la reciente Política sobre Energía Renovable de la CEDEAO (EREP), se estima que las SSHP podrían contribuir a los objetivos regionales de energías renovables (EERR) con 787 MW (33%) en 2020 y 2.449 MW (32%) en 2030. Este artículo describe la manera en la que se debería explotar el potencial de las SSHP para alcanzar dicho objetivo, superando las diferentes barreras al desarrollo de SSHP en la región de la CEDEAO.

Palabras clave: hidroeléctrica a pequeña escala, CEDEAO.

1. ANTECEDENTES

1.1. DEFINICIÓN DE LAS SSHP SEGÚN LA CEDEAO

Además de otras soluciones con bajas emisiones de carbono, la hidroeléctrica supone una herramienta adecuada para superar los retos que presentan la seguridad energética, el acceso a la energía y la reducción del cambio climático en la zona de la CEDEAO, además de ser un medio sostenible. La energía hidroeléctrica a cualquier escala puede contribuir de forma importante a cubrir las necesidades eléctricas de zonas urbanas y periurbanas, así como de zonas rurales aisladas. Puede estar acoplada a las redes eléctricas primarias o ser usada como suministro independiente para uno o varios pueblos, incluso para uso productivo en zonas remotas. Las diferentes escalas de la energía hidroeléctrica en la región de la CEDEAO están definidas de la siguiente manera:

TABLA 1
DEFINICIONES DE HIDROELECTRICIDAD DE LA CEDEAO

TÉRMINOS		PRODUCCIÓN DE ENERGÍA
Pico hidráulico	"Hidroelectricidad a pequeña escala "SSHP"	< 5 kW
Microhidráulica		5 - 100 kW
Minihidráulica (MHP)		100 -1. 000 kW (=1 MW)
Hidráulica a pequeña escala (SHP)		1 MW -30 MW
Hidráulica a media escala		30 MW- 100 MW
Hidráulica a gran escala (LHP)		> 100 MW

Normalmente, se establece en 10 MW el techo energético de una planta hidroeléctrica a pequeña escala. El presente Programa establece explícitamente un límite de unos 30 MW porque pretende incluir todos los "Proyectos de SSHP de la región que necesitan asistencia". Muchas zonas potenciales de África del este superan los 10 MW y no se desarrollan por varias razones (por ejemplo, por falta de acceso a la financiación) y, por tanto, necesitan ayuda. Debido a las economías de escala, los proyectos hidroeléctricos a gran escala son igualmente rentables por lo general y, por tanto, pueden atraer

fácilmente la inversión privada de capital. Los proyectos a menor escala (sin depósito de agua) tienen la ventaja de que conllevan un menor impacto social y ambiental, aunque por otro lado necesitan mayor promoción y apoyo para compensar otras desventajas como los costes de inversión superiores. Por tanto, el Programa de Energía Hidroeléctrica "a pequeña escala" se centra principalmente, aunque no de forma exclusiva, en proyectos cuya capacidad es igual o inferior a 30 MW. Sin embargo, se puede contemplar también el apoyo para proyectos de mediana escala (MSHP) de hasta 100 MW si es necesario. Cuando hablamos de "energía hidroeléctrica a pequeña escala" y establecemos el límite a 30 MW, debemos tener en cuenta que es un rango bastante amplio que cubre distintos tipos de sistemas:

- Sistemas "únicamente" conectados a la red eléctrica (normalmente en el rango de unos 100kW y más asiduamente en el rango de MW), que transfiere toda la electricidad producida a una red eléctrica (nacional) más grande, por lo general en base a un contrato de compra que garantice que la electricidad podrá ser vendida por una tarifa por unidad bien definida. Este hecho, que lleva a un gran número de factores de carga, suele permitir la gestión rentable de estas plantas. Sin embargo, debido a los riesgos políticos, técnicos y de otra índole, estos proyectos no suelen tener un fácil acceso a la financiación (créditos y capital propio) y, por tanto, necesitan apoyo para aplicarse con éxito. Dado que estas plantas suelen estar conectadas a las redes eléctricas nacionales, mejoran la oferta eléctrica a los hogares que ya tienen electricidad, a excepción de aquellos casos en los que la red nacional se extiende a nuevos clientes debido al aumento en la capacidad de generación. Sin embargo, esto no suele ser muy evidente.
- Sistemas SSHP "aislados" que solo aportan energía adicional a la red nacional. Normalmente esto ocurre si se trata de un sistema de SSHP originariamente aislado que proveía de energía a un cierto número de hogares y que se conecta más tarde a la red nacional para alimentar la parte de electricidad que no se consume localmente. También sucede si el dueño del sistema acordó desde el principio suministrar energía a hogares en zonas rurales de los alrededores antes de vender cualquier excedente. La cuestión de si

funciona o no depende de las tarifas que los hogares paguen en comparación con la tarifa por unidad. Una forma muy singular, pero extremadamente eficiente si tenemos en cuenta el alivio de la pobreza, es un sistema de conexión a la red eléctrica de la comunidad, cuyos beneficios se reflejan luego en esta.

- Sistemas aislados (normalmente en el rango de < 100 kW) que suministran electricidad a una minired eléctrica. Estos sistemas sufren por lo general de un factor de carga relativamente bajo dado que los hogares consumen principalmente durante la tarde-noche. Por tanto, si se mide el alto coste de inversión, estas plantas aisladas no son rentables en un periodo de tiempo "atractivo", si es que lo llegan a ser. El factor de carga puede mejorarse significativamente si se puede generar un uso productivo de electricidad en industrias a pequeña escala, por ejemplo. Dado que esos sistemas están contruidos para aportar energía adicional (rural) a los hogares y probablemente también a industrias pequeñas y medianas, haciéndolas independientes de los desorbitados precios del gasóleo. Estos sistemas suelen tener una gran influencia en la reducción de la pobreza.

1.2. PERSPECTIVAS PARA EL DESARROLLO DE SSHP

En décadas anteriores, las empresas de servicios públicos de la CEDEAO se centraban principalmente en el desarrollo de plantas hidroeléctricas a gran escala más que de mediana o pequeña escala. Por tanto, la capacidad de estos sectores se ha desarrollado de forma desigual. El proyecto del WAPP Master Plan (Plan Director del WAPP) se centra exclusivamente en la competitiva energía hidroeléctrica a gran escala mientras que los SSHP no están incluidos. El WAPP (Sistema de Intercambio de Energía en el Oeste de África) pretende llevar a cabo un plan de 21 proyectos de energía hidroeléctrica a gran escala, con capacidad total de 7 GW en 2020. Además, a nivel nacional, algunos países como Ghana o Guinea se concentraron más en el desarrollo de plantas más grandes. Las entidades financieras internacionales (por ejemplo, bancos de desarrollo o fondos de inversión) se dirigen principalmente a proyectos a gran escala. Su nivel mínimo de inversión excluye casi siempre los

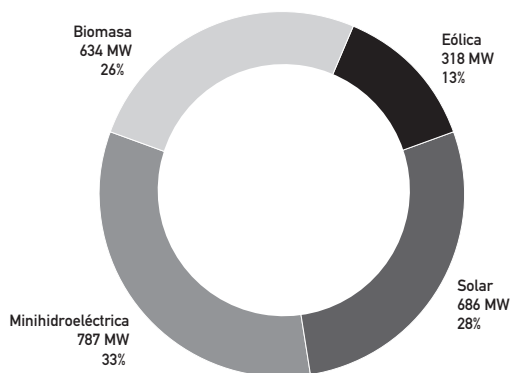
proyectos de SSHP. Las SSHP atrajeron más la atención a la hora de impulsar el acceso universal a la energía en zonas rurales y periurbanas. El Libro Blanco de la CEDEAO sobre el acceso a la energía en zonas periurbanas y rurales y la Política de Energías Renovables de la CEDEAO (EREP) contemplan el uso de energías renovables conectadas a la red eléctrica y descentralizadas. En concreto, la Política de Energías Renovables de la CEDEAO tiene los siguientes objetivos:

- El porcentaje de energía renovable (incluyendo la hidroelectricidad a gran escala) en el conjunto de electricidad de la región de la CEDEAO aumentará a un 35% en 2020 y a un 48% en 2030.
- El porcentaje de “nuevas energías renovables” como la eólica, solar, hidroelectricidad a pequeña escala y bioelectricidad (excluyendo la hidroelectricidad a gran escala) aumentará a un 10% aproximadamente en 2020 y a un 19% en 2030. Estos objetivos se traducen en una capacidad adicional de 2.425 MW de electricidad renovable en 2020 y de 7.606 MW en 2030. Se calcula que los SSHP podrían contribuir a esta capacidad adicional con 787 MW (el 33%) en 2020 y 2449 MW (32%) en 2030.
- Para facilitar el acceso universal a la energía, se prevé que un 75% de la población rural será suministrada a través de la extensión de redes eléctricas y un 25% a través de energías renovables alimentadas por minirredes y sistemas híbridos autónomos en 2030.
- En 2020, la población total de la CEDEAO tendrá acceso a mejores sistemas de cocina, bien a través de cocinas mejoradas o cambiando de gasóleo a otras formas de energía más modernas como el GLP.
- En 2030, aproximadamente un 50% de todos los centros de salud y un 25% de hoteles y otras industrias agroalimentarias que requieran agua caliente contarán con sistemas termosolares.

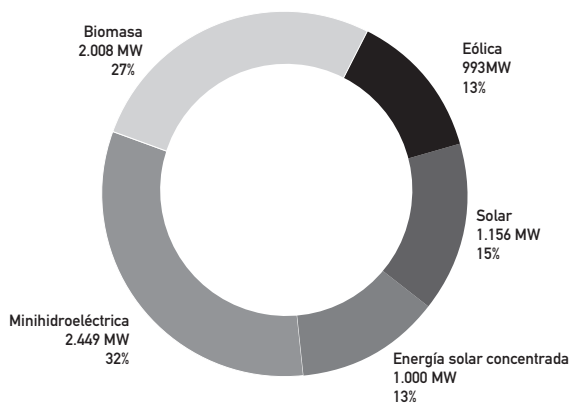
FIGURAS 1

OBJETIVOS DE LAS SSHP Y LA POLÍTICA DE ENERGÍAS RENOVABLES DE LA CEDEAO

1.1. Capacidad instalada EERR 2020
2,424 MW



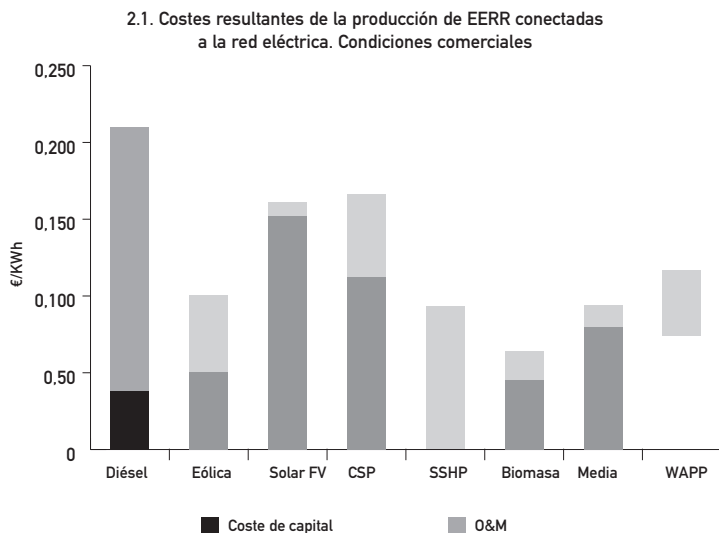
1.2. Capacidad instalada EERR 2030
7,606 MW

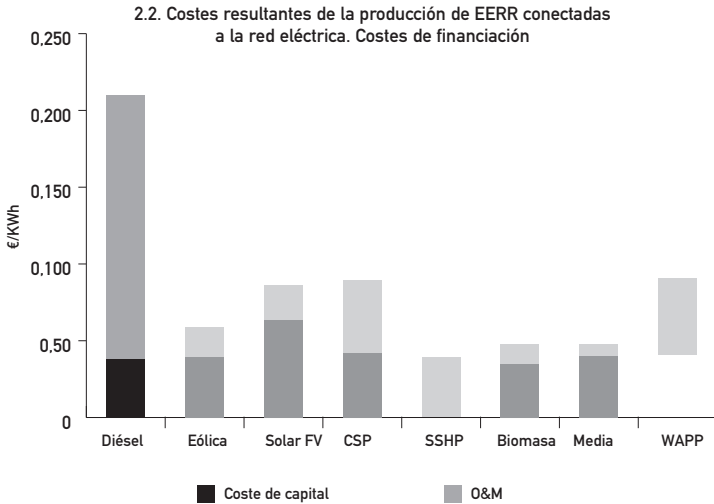


Un estudio de costes llevado a cabo para el escenario de EREP ha demostrado que los SSHP siguen siendo una de las soluciones de energía renovables más baratas. Además, esta tecnología está demostrada, es fiable y capaz de suministrar capacidades de carga base bajo ciertas circunstancias. Las SSHP pueden desempeñar un papel importante, especialmente en aquellos países que dependen de la cara generación con gasóleo. Puede aumentar la seguridad energética nacional de los países y complementar la importación a través del mercado de la electricidad de WAPP. Con financiaciones de AOD (Ayuda Oficial al Desarrollo) de créditos blandos (con tiempo de amortización de entre 25 y 40 años, bajos intereses de entre 1,5 al 2% y de 5 a 10 años de periodo de gracia), las SSHP tienden a ser aún más competitivas que la electricidad importada por medio del sistema WAPP.

FIGURAS 2

COSTES DE PRODUCCIÓN DE ELECTRICIDAD DE LAS TECNOLOGÍAS RENOVABLES EN 2020 EN CONDICIONES DE FINANCIACIÓN

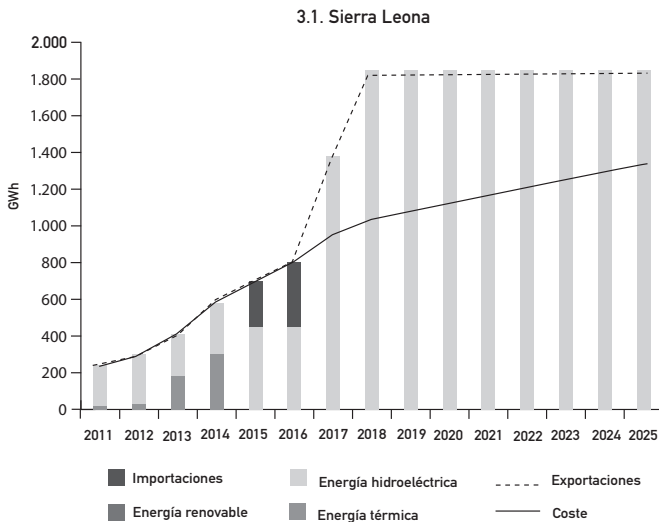




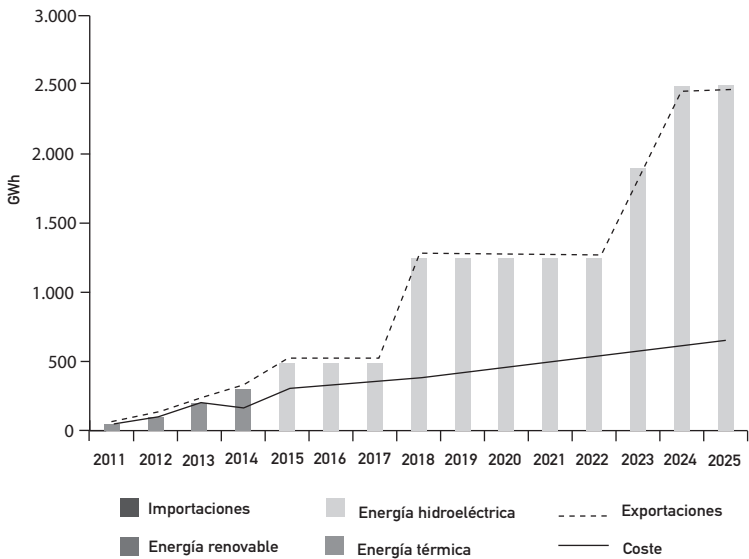
Algunos de los países de la CEDEAO, como Liberia y Sierra Leona, tienen el potencial para convertirse en los exportadores de electricidad si desarrollan más sus recursos de hidroelectricidad pequeña y mediana.

FIGURAS 3

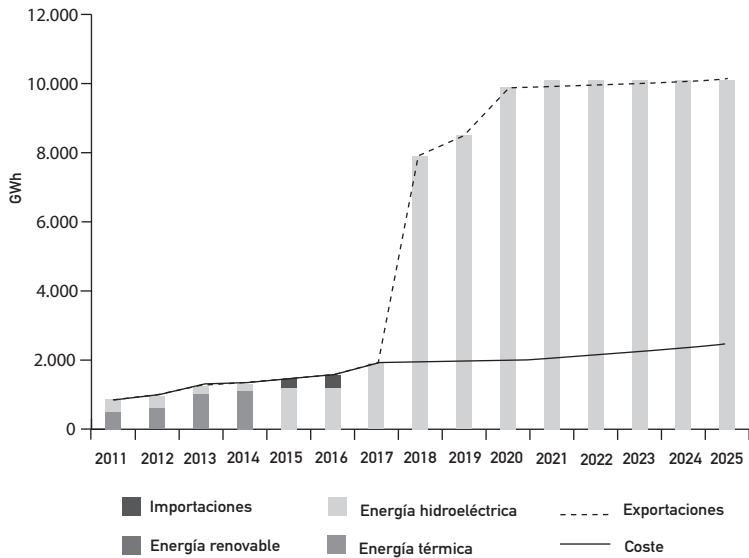
POSIBLES EXPORTADORES DE HIDROELECTRICIDAD EN LA REGIÓN DE LA CEDEAO EN 2025



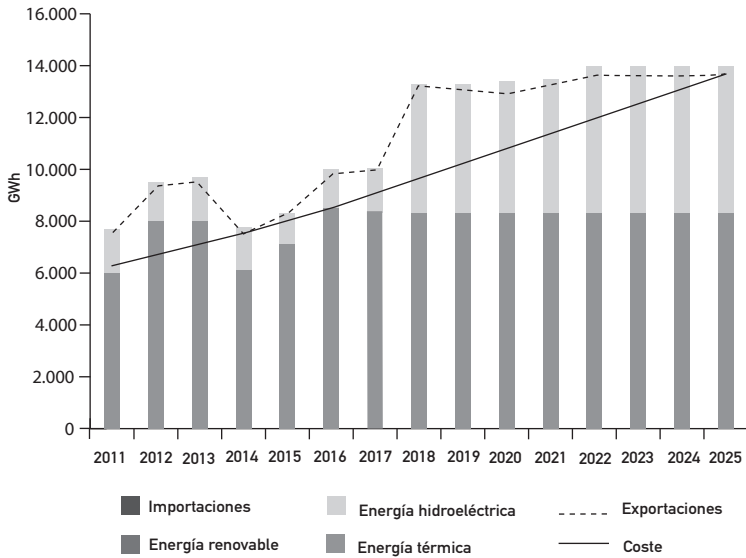
3.2. Liberia



3.3. Guinea



3.4. Costa de Marfil

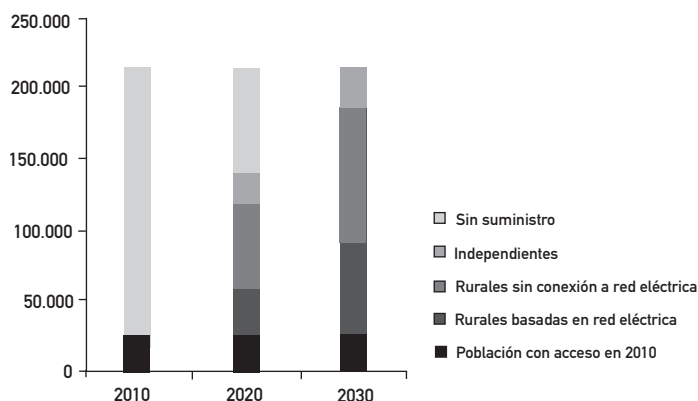


Las SSHP pueden desempeñar un papel importante para alcanzar los objetivos de acceso energético en áreas remotas. El EREP pretende suministrar al 25% de la población rural con soluciones de energías renovables descentralizadas en 2030 (minirredes y sistemas autónomos). Las políticas prevén la instalación de 60.000 minirredes en 2020 y 68.000 entre 2020 y 2030. Una parte de estas minirredes podrían alimentarse por medio de sistemas SSHP de forma económica (en comparación con los generadores de gasóleo y otras opciones de energías renovables).

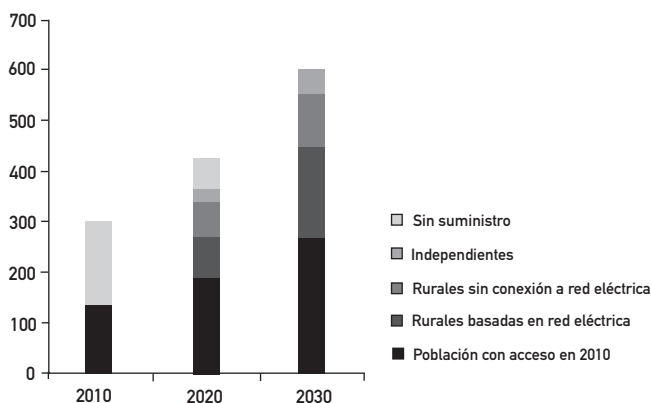
FIGURAS 4

ESCENARIO DE SUMINISTRO ELÉCTRICO CENTRALIZADO Y DESCENTRALIZADO EN LA ZONA CEDEAO

4.1. N° de asentamientos



4.2. Población en millones de habitantes



1.3. MARCO INSTITUCIONAL NACIONAL Y REGIONAL

En la mayoría de países de la CEDEAO, los marcos de leyes e institucionales para las SSHP no están muy bien definidos. Surgen muchos problemas debido al solapado de diversas leyes y los conflictos de responsabilidades de ministros y otros actores (ver presentación de países e informes). A nivel regional, las leyes de la West African Power Pool (WAPP-Sistema de Intercambio de Electricidad en el Oeste de África) contemplan el desarrollo de recursos de plantas hidroeléctricas a gran escala (>100 MW) en el contexto del mercado regional de electricidad. En años anteriores, se crearon dos instituciones regionales que incluyen en sus leyes, al menos en parte, el área de las SSHP:

- En 2006, se lanzó el Centre for Small Hydropower Development (Centro para el Desarrollo de la Hidráulica a Pequeña Escala) de ONUDI en Abuja, Nigeria.
- En 2010, la Comisión de la CEDEAO creó el Centro para las Energías Renovables y la Eficiencia Energética de la CEDEAO (ECREEE), con el apoyo de Austria y España y el apoyo técnico de ONUDI.

Se espera que el ECREEE, en cooperación con ONUDI, dirija la ejecución del Programa de SSHP de la CEDEAO. El Centro de SSHP de ONUDI, ubicado en Abuja, se encuentra actualmente en un proceso de cambio a suministrador de energía hidroeléctrica privado que podría ofrecer asistencia técnica a la hora de aplicar este programa. En cuanto al estudio del potencial de las SSHP, se espera que se coopere con ESMAP (Energy Sector Management Assistance Programme).

1.4. BARRERAS AL DESARROLLO DE LAS SSHP EN LA REGIÓN DE LA CEDEAO

Hasta ahora los países de la CEDEAO no aprovechan totalmente su potencial de hidroelectricidad tan viable técnica y económicamente, especialmente en cuanto a la hidroelectricidad a pequeña escala. Los retos a los que se enfrentan los desarrolladores de SSHP son numerosos y muchos de ellos son solo la punta de un iceberg de

barreras para la implantación de energía renovable. Los problemas principales para el desarrollo de las SSHP en la región de la CEDEAO se pueden resumir de la siguiente manera:

- *Barreras políticas e institucionales:* hay una gran falta de políticas, regulaciones y medidas presupuestarias relacionadas, coherentes y claras para crear un entorno adecuado para la inversión y los negocios de SSHP. La mayoría de los países de la CEDEAO no ponen especial atención a las SSHP en sus políticas energéticas o estrategias para la electrificación rural. En algunos de los países no se incluyen las SSHP en los acuerdos de regulación de energía hidroeléctrica. El papel monopolista de las empresas nacionales de servicios públicos y las incertidumbres de las PIEs son otro de los problemas conocidos. No hay políticas de apoyo específicas ni incentivos para las SSHP existentes, y el equipamiento de baja calidad entra al mercado por la ausencia de estándares y certificaciones de calidad definidos.
- *Barreras financieras:* hay una gran falta de mecanismos de financiación a largo plazo diseñados para proyectos de SSHP, que normalmente tienen un alto coste de inversión inicial y bajos costes de operación y mantenimiento. Otro freno a la inversión en SSHP es la poca disposición y capacidad de pago de la población rural. Incluso los planes de SSHP más pequeños, de unos pocos miles de euros, son un gran desafío para los más pobres. Debido a la naturaleza tan compleja de los SSHP, se necesita experiencia en planificación e implementación para evitar que la construcción se retrase por tiempo o costes. Los riesgos asociados en materia técnica, mercantil y política también afectan la viabilidad financiera de los proyectos de SSHP. Las entidades de préstamos y los bancos de desarrollo locales normalmente no conceden créditos a largo plazo y además piden grandes garantías (la financiación de proyectos en los que un proyecto de SSHP está considerado como garantía es aún muy escasa). Los sistemas de energía hidroeléctrica a gran escala que podrían suministrar electricidad a la red, y que normalmente conllevan una inversión específica menor, tienen menos dificultades a la hora de atraer capital de inversión, pero son difíciles de aplicar para los sistemas de SSHP o para mecanismos de

desarrollo limpio (por ejemplo, MDL) y el capital de riesgo para estudios de viabilidad es escaso.

- *Barreras técnicas:* dado que la mayoría de ubicaciones adecuadas se encuentran en zonas remotas, los problemas de infraestructura tales como acceso a las carreteras o líneas de transmisión hacen que estas plantas sean difíciles de desarrollar. Los riesgos técnicos son además las incertidumbres hidrológicas y geológicas y cómo afectarán al cambio climático a largo plazo. Un problema técnico para los planes de SSHP sin red eléctrica es además la baja demanda de electricidad en zonas rurales (factor de carga). Por último, los países de la CEDEAO tienen dificultades para acceder a tecnologías de calidad adecuadas, especialmente en categorías mini, micro y pico. Se necesita una transferencia de tecnología.
- *Barreras de capacidad:* las instituciones públicas tales como ministerios, autoridades reguladoras y administraciones disponen por lo general de una capacidad mínima para diseñar, aplicar y revisar políticas y regulaciones que apoyen las SSHP. A nivel técnico, la capacidad de planificación, construcción y dirección de los proyectos de SSHP es muy baja. La mayor parte de los países carecen de especialización para llevar a cabo estudios de viabilidad de calidad (por ejemplo, diseños detallados y análisis de beneficios del coste financiero). La mayor parte de los países de la CEDEAO no tienen instalaciones para construir siquiera las turbinas más rudimentarias o piezas que puedan ser críticas para el mantenimiento de los proyectos. Las agencias de préstamos locales y los inversores también tienen dudas dado que no saben bien cómo valorar los proyectos de SSHP
- *Barreras de conocimientos y concienciación:* otro reto serio es la falta de conocimientos y concienciación sobre los costes de SSHP y el potencial y beneficio de la electrificación rural. Las empresas de servicios públicos se centran en la hidroelectricidad a gran escala en lugar de centrarse en planes de energía hidroeléctrica más baratos. La información pública sobre recursos y ubicaciones de proyectos de SSHP no suele estar disponible. Esta falta de datos básicos y fiables (por ejemplo, datos en cuestiones hidrológicas, geográficas, geológicas, temporales y sobre el flujo de los

rios a largo plazo) impone una barrera enorme para la inversión privada en el sector. Los mapas basados en SIG (Sistema de Información Geográfica) detallados no están disponibles en la mayoría de los casos y no existen estaciones de medida. La variación del clima, la deforestación y la erosión cada vez mayor, además de la reducción de la capacidad de almacenaje en zonas de afluencia, hacen que la inversión en sistemas de energía hidroeléctrica sea muy arriesgada.

1.5. POTENCIAL DE LAS SSHP EN LOS PAÍSES DE LA CEDEAO

Además de grandes recursos de combustible fósil (por ejemplo, petróleo y gas), los países de la CEDEAO cuentan con un gran abanico de energías renovables aún sin explotar, con potencial de eficiencia energética en varios sectores:

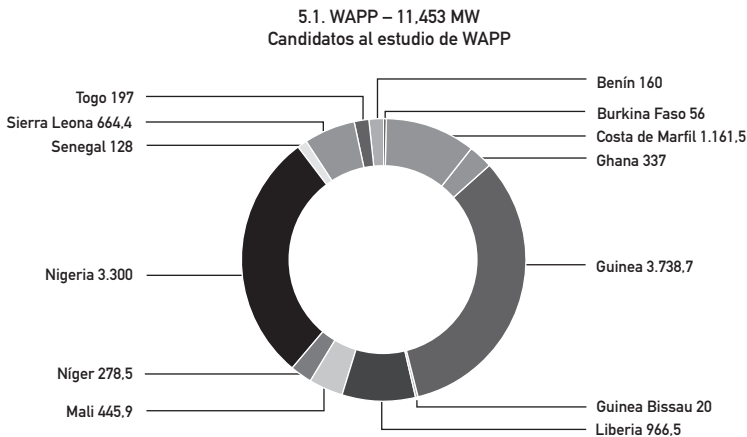
- También hay un buen potencial para la bioenergía en la región de la CEDEAO. La biomasa tradicional ya es la fuente principal de energía para la mayoría de la población pobre y supone el 80% de la energía doméstica consumida.
- Existe además una gran cantidad de recursos de energía eólica, mareomotriz, oceanotérmica y undimotriz en algunos de los países de la CEDEAO.
- La región posee un gran potencial de energía solar con medias de radiación de entre 5 y 6 kWh/m² a lo largo del año.
- Hay un potencial importante para mejorar la eficiencia energética tanto en el lado de la demanda como en el de la oferta en varios sectores (por ejemplo, electrodomésticos, edificios, industrias y generación y transmisión de energía). En el sector energético, las pérdidas energéticas técnicas y comerciales (por ejemplo, robos, operadores ilegales) suponen entre un 20% y un 40% (en comparación al 7 y 10% de Norteamérica y Europa Occidental). Se estima que en África Occidental el 30% de todo el suministro eléctrico lo consume el sector de la construcción.

El potencial hidroeléctrico total (a escalas pequeña, mediana y grande) ubicados en los quince países de la CEDEAO, se calcula en

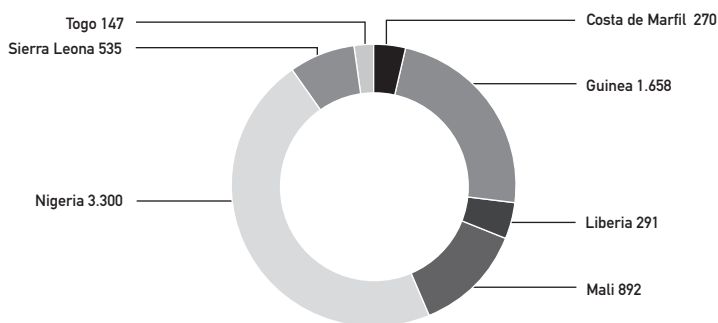
unos 25.000 MW. Se estima que solo se ha explotado un 16%. Aproximadamente la mitad del potencial existente a gran escala (unos 11,5GW) se ha valorado técnica y económicamente durante la elaboración del Master Plan de 2011 del WAPP. Por último, el WAPP ha aprobado para ejecución el plan de 21 proyectos de energía hidroeléctrica a gran escala, con una capacidad total de 7GW. Se planea que la hidroelectricidad a gran escala suplirá el 25% de la capacidad total instalada en la región de la CEDEAO en 2025, y el 29% en 2030. La aplicación del plan WAPP y las líneas de transmisión permitirán el comercio regional de energía y reducirán los costes de generación y las tarifas de los consumidores, especialmente en países con alta dependencia de la cara generación con gasóleo.

FIGURA 5

PLAN DE ENERGÍA HIDROELÉCTRICA A GRAN ESCALA DEL WAPP



5.2. WAPP – 7.073 MW en el Master Plan



Los cálculos del potencial de las SSHP (hasta 30 MW) en la región de la CEDEAO varían considerablemente y no son fiables. Van de entre los 1.900 MW a los 5.700 MW de potencial viable. La cifra más baja se calcula teniendo en cuenta los datos ofrecidos por los países de la CEDEAO al inventario de ECREEE durante un taller regional. La siguiente tabla ofrece una visión general de la “pequeña escala” (≤ 30 MW) y el potencial total de hidroelectricidad en los países de la CEDEAO. En el rango de ≤ 30 MW, tan solo se cuentan aquellas plantas que se nombran en varios estudios e informes de países.

TABLA 2

POTENCIAL DE LAS PLANTAS DE SSHP EN LOS PAÍSES DE LA CEDEAO

	PLANTAS <= 30 MW	
	Nº de plantas	Capacidad [MW]
Togo	39	206
Benín	99	305
Burkina Faso	<70	52-138
Níger	4	5
Mali	16	117
Nigeria	97	414
Ghana	85	110
Sierra Leona	17	330
Gambia	?	?
Costa de Marfil	5	59
Guinea-Bissau	2-4	48
Guinea	18	107
Senegal	—	—
Liberia	30	86
Total	483	1.882

IMAGEN 1

MAPA SIG DE PLANTAS SELECCIONADAS DE SSHP EN LA REGIÓN DE LA CEDEAO



IMAGEN 2

MAPA SIG DE PLANTAS SELECCIONADAS DE MSHP Y LSHP EN LA REGIÓN DE LA CEDEAO



Debido a la falta de información hidrológica en los países, todavía es difícil ofrecer una visión exhaustiva y actualizada. En muchos países, los datos establecidos hace algunas décadas no han sido nunca actualizados y ya no existen estaciones de calibrado. Muchos estudios de recursos se llevaron a cabo los años 70, 80 y 90 por expertos extranjeros (por ejemplo: Electricité de France, EDF, para países francófonos) y el conocimiento experto de recursos hidrológicos es escaso, si es que existe.

Muchos países de la CEDEAO disponen de un potencial razonable para SSHP que se utiliza extremadamente poco. El Programa de SSHP debería centrarse en concretar medidas para aprovechar este recurso tan poco explotado para la electrificación rural, con el objetivo final de la reducción de la pobreza. Para ello, cualquier actividad debería ser valorada por su contribución al valor añadido local: aumentar las competencias locales y capacidades, electrificar hogares rurales y pequeñas industrias, posibilitar la planificación, implementación y operación de las SSHP por expertos locales, etc. En el próximo capítulo, se describe con más detalle la situación específica de cada país de la CEDEAO en relación a las SSHP.

1.6. LECCIONES APRENDIDAS

Las lecciones y conclusiones aprendidas y mostradas a continuación se extrajeron del debate en el taller de validación que tuvo lugar del 16 al 20 de abril de 2012 en Monrovia, Liberia, y del informe de base de las SSHP. Se incorporaron al diseño del programa.

1. El desarrollo con éxito de SSHP requiere una fuente hídrica fiable. Para comenzar con el desarrollo de las SSHP en los lugares con mayor potencial (con corriente de agua todo el año), se necesita una buena base de datos hidrológica. Para ello, se debería organizar un grupo suficiente de "exploradores hidrológicos" bien entrenados, con un buen equipo de medición y conocimientos de procesado y evaluación de datos, para comenzar con la misión cuanto antes. El análisis de varios documentos y discusiones durante el taller de SSHP en Monrovia ha demostrado claramente que hay muchas ubicaciones identificadas que deberán ser reevaluadas. Para ello, deberá realizarse una campaña exhaustiva de trabajo de campo para reunir datos y una gran creación de capacidad (formación práctica de cómo medir escorrentías y nacimientos).
2. La concienciación de la protección de las áreas de embalse es un asunto primordial para evitar un mayor deterioro de los patrones de escorrentías y desertización.
3. El acceso a la financiación se considera muchas veces un déficit para la planificación e implementación de sistemas de energía hidroeléctrica. Sin embargo, el acceso a los créditos y al capital propio, además de acceso a subvenciones, requiere propuestas convincentes de proyectos, con la información crucial del proyecto formulada de forma concisa. Muchas de las descripciones de proyectos analizados para este informe carecen de información importante. Se debería establecer un estándar para la valoración/pre-viabilidad, pero también estudios de viabilidad (dependiendo de la orden de magnitud del proyecto) explicados y distribuidos durante las sesiones de formación.
4. A excepción de Nigeria, y hasta cierto punto Ghana, la mayor parte de los estudios disponibles han sido elaborados por organizaciones/compañías internacionales. Igualmente, la mayoría de las

- plantas hidroeléctricas han sido creadas por compañías extranjeras. Esta falta de planificación y capacidad de implementación local es una de las principales barreras al desarrollo de las SSHP en la región de la CEDEAO y necesita contemplarse en el Programa. La mejor manera de fusionar el conocimiento de planificación, implementación y operación de los sistemas de SSHP es la visión común de que algunas plantas pilotos ofrezcan una “formación real”.
5. El análisis ha mostrado que muchas plantas de energía hidroeléctrica están en malas condiciones y necesitan rehabilitación. La operación sostenible, la capacitación técnica y las cuestiones técnicas y de gestión son de vital importancia y deberían ser parte del programa SSHP. Otro problema es el suministro de recambios y el acceso a servicios profesionales de reparación. El equipo de formación de los talleres mecánicos existentes debería establecer una red regional de talleres profesionales y bien formados, por ejemplo, para la producción de turbinas, reparación y producción de recambios.
 6. La formación y la capacitación técnica deberían estar asociadas al desarrollo de guías apropiadas y manuales específicos para las condiciones locales y el nivel de comprensión de los diferentes grupos objetivos (que probablemente varíe de país a país).
 7. Una valoración de las necesidades de capacitación, aplicada en nombre del ECREEE en 2012, reveló que en muchos países las instituciones educadoras ya incluyen las energías renovables en sus currículos. Muchos agentes entrevistados subrayaron la importancia de que cualquier tipo de formación, talleres, etc., debería integrar talleres especiales vocacionales en los países de la CEDEAO y que debe seguirse el principio de “formar al formador”. En cuanto a la capacitación técnica, el Centro Regional de ONUDI para SSHP en Abuja, y otros centros de formación nacionales (por ejemplo, KNUST, Foundation 2iE) podrían desempeñar un papel importante. En este contexto, este centro podría servir como proveedor de servicios junto con el ECREEE.
 8. Dada la permanente falta de conocimientos y experiencia en SSHP, es importante establecer objetivos realistas para el Programa SSHP. En cuanto a competencias en planificación técnica

e implementación, la capacitación técnica debería estar limitada a sistemas por debajo de los 500 kW y deberían diferenciar claramente las plantas aisladas y las conectadas a la red eléctrica (ya que ambas requieren estándares técnicos diferentes). En lo que respecta a la capacitación en los aspectos legales y regulatorios como los requisitos para concesiones, contratos y formulación del precio de compra, la formación debería cubrir también los sistemas SSHP en un rango de entre 500 kW y hasta 30 MW.

9. Es imperativo que para cualquier actividad contemplada en el Programa de SSHP, las barreras lingüísticas se tengan en cuenta.
10. El intercambio de experiencia entre los países de la CEDEAO debería ser un claro valor añadido al "enfoque regional". Aunque un país en concreto pueda no tener el número necesario de sistemas hidroeléctricos que justifique la implantación de un taller de turbinas, este país se debería beneficiar de la disponibilidad de competencias en los países vecinos de la CEDEAO. El Programa de SSHP debería facilitar el intercambio de experiencia, no solo en asuntos técnicos, legales y políticos sino también en los éxitos y fracasos de los diferentes sistemas de gestión (por ejemplo, cooperativas comunitarias en los pueblos de Burkina Faso). Estas agencias especializadas para la electrificación rural que ya existen en muchos países (AMADER/Mali, ABERME/Benin, etc.) podrían convertirse en puntos de interés para el intercambio de información. En muchos casos, los sistemas de energía hidroeléctrica fallaron debido a las dificultades políticas a nivel nacional. En esas situaciones, la operación descentralizada y la gestión de los sistemas de SSHP por el personal local es la solución más "robusta" porque garantiza una cierta independencia.
11. En la mayoría de los países, el sector energético ya está liberalizado, pero existe una clara falta de responsabilidades, y la presencia de una agencia reguladora fuerte y de procesos simplificados para el desarrollo de las SSHP todavía no se ha establecido del todo. En especial, la definición de los límites de potencia bajo los cuales se pueden aplicar procedimientos simplificados es crucial para el desarrollo de sistemas aislados muy pequeños. El marco legal y regulador debe ser adecuado para el desarrollo de las SSHP en diferentes órdenes de magnitud.

12. El análisis ha demostrado que las condiciones marco son muy diferentes en los diversos países de la CEDEAO (identificación de ubicaciones, experiencia con energía hidroeléctrica, nivel de educación, condiciones legales y reguladoras, desarrollo del sector privado, acceso a la financiación, etc.). Todas las actividades planificadas en el contexto del Programa de SSHP deberían tener en cuenta lo máximo posible estas diferencias.
13. Aunque en algunos países el marco legal y regulador ya está (en teoría) bien establecido, falta voluntad política para forzar su aplicación. Por tanto, una actividad importante que debería incluirse es la concienciación de los diferentes niveles políticos.
14. Es indispensable la subvención total del coste de inversión, especialmente en los sistemas aislados de SSHP, que normalmente tienen un factor de carga muy bajo y por tanto NO son rentables. Por regla general, el sistema de tarificación que aplican (en zonas aisladas) debería al menos cubrir los costes de operación y mantenimiento (O&M). Incluso si se subvenciona la inversión, O&M NO deberían subvencionarse para permitir así una operación sostenible e independiente. El Programa de SSHP debería tener en cuenta estas subvenciones de inversión.

AUTORES

Mahama Kappiah. Director ejecutivo de ECREEE.

Martin Lugmayr. Experto en energías renovables en ECREEE/ONUDI.

www.ecreee.org

www.unido.org

EL PROGRAMA HIDROELÉCTRICO A PEQUEÑA ESCALA (SSHP) DE LA COMUNIDAD ECONÓMICA DE LOS ESTADOS DE ÁFRICA DEL OESTE —CEDEAO— (2013-2018)

MAHAMA KAPPIAH
MARTIN LUGMAYR
ECREEE

El programa SSHP de la CEDEAO fue adoptado por los ministros de energía de la CEDEAO en octubre de 2012 y se ejecutará entre 2013 y 2018. El Programa SSHP tiene como objetivo contribuir a aumentar el acceso a servicios de energía modernos, asequibles y fiables, a la seguridad energética y a mitigar las externalidades negativas del sistema energético (por ejemplo, emisiones de gases con efecto invernadero contaminación local), mediante el establecimiento de un entorno propicio para inversiones y mercados de energía hidroeléctrica a pequeña escala en la región. El programa es una acción prioritaria según el Marco Regional SE4ALL (Energía Sostenible para Todos) para África Occidental y buscará sinergias con el Programa Estratégico para África Occidental del Global Environment Facility (Fondo para el Medio Ambiente Mundial).

El Programa SSHP contribuye a los objetivos de las Políticas sobre Energías Renovables (EREP, según sus siglas en inglés) de la CEDEAO de aumentar el porcentaje de energías renovables (excluyendo la hidroeléctrica a gran escala) en el mix energético hasta alrededor de un 10% en 2020 y un 19% en 2030. Estos objetivos se traducen en la instalación de 2.425 MW adicionales de capacidad de electricidad renovable de aquí a 2020 y 7.606 MW de aquí a 2030. Se calcula que el SSHP podría contribuir a esta capacidad adicional con 787 MW (33%) de aquí a 2020 y 2.449 MW (32%) de aquí a 2030. El

programa SSHP también coadyuva a los objetivos del "Libro Blanco sobre Acceso a la Energía en Zonas Periurbanas y Rurales" de la CEDEAO. Se prevé que, alrededor de 2030, el 25% de la población rural esté abastecida, bien completamente o bien en parte, por mini-redes alimentadas con energías renovables. El programa SSHP complementa al Plan Maestro del Consorcio de Electricidad de África Occidental (WAPP, según sus siglas en inglés), encaminado principalmente a la expansión de la línea de transmisión y a la generación de grandes centrales hidroeléctricas y gas natural.

El Programa SSHP de la CEDEAO aspira a conseguir cuatro resultados fundamentales:

- a) Refuerzo de las políticas y marcos reguladores de SSHP.
- b) Fortalecimiento y ejecución de las capacidades de los diferentes capacitadores del mercado de SSHP.
- c) Fortalecimiento de la gestión del conocimiento y de la concienciación sobre SSHP.
- d) Fomento de las inversiones y empresas de SSHP.

El programa obtendrá los siguientes resultados clave de aquí a 2018:

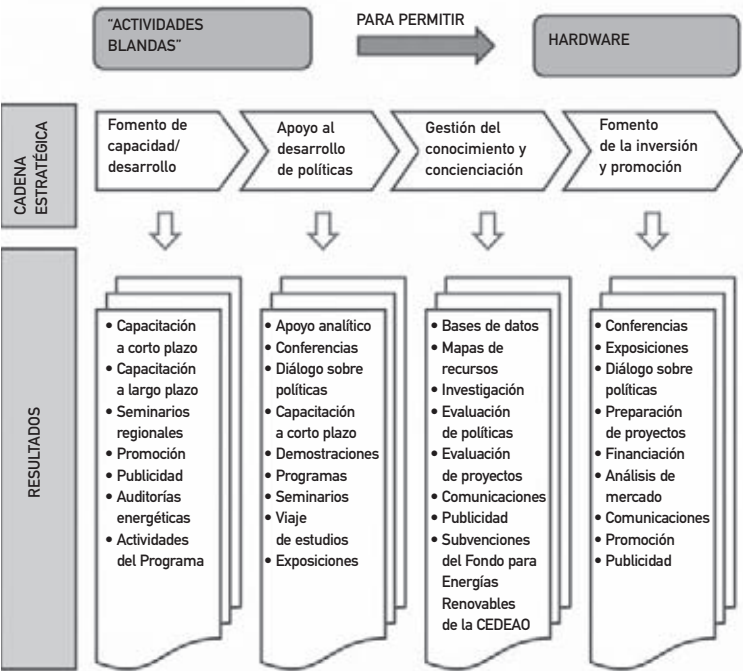
- a) En 2018, al menos 35 proyectos (nuevos proyectos o rehabilitaciones) de distinto grado de capacidad, hasta 30 MW, se encontrarán en su fase de viabilidad y al menos 5 estarán en periodo de cierre financiero. Los proyectos se seleccionarán mediante convocatorias anuales del Renewable Energy Facility (Fondo para las Energías Renovables) de la CEDEAO.
- b) Al menos 5 proyectos de SSHP (< 100 kW) estarán en funcionamiento y —durante su planificación e implementación— habrán servido como proyectos de demostración para el fomento de la capacidad.
- c) Al menos 2 proyectos de reforma/rehabilitación (<200kW) estarán seleccionados y desarrollados.
- d) Al menos 10 empresas habrán empezado a suministrar varios servicios relacionados con SSHP (planificación, funcionamiento, reparación, etc.).

- e) Se habrán asimilado los obstáculos en la implementación y funcionamiento de proyectos del SSHP, en las políticas y marcos normativos actuales, así como los papeles y defectos de los principales interesados, además de haber elaborado y debatido recomendaciones de mejora.
- f) Los países de la CEDEAO habrán perfeccionado, obviamente, su marco normativo (el impacto del SSHP en la reducción de la pobreza quedará patente en el marco normativo, Feed-in-Tariff definidas, procedimiento transparente de concesión de permisos, etc.) y el SSHP se habrá convertido en parte integral de los documentos de planeamiento de la CEDEAO/WAPP.
- g) Se habrá establecido una estrategia de desarrollo de capacidades, y las iniciativas y proyectos del SSHP cada vez se basarán más en la experiencia local de los sectores público y privado (con limitado apoyo internacional).
- h) Se habrán introducido orientaciones de calidad y buenas prácticas y se aplicarán, de modo generalizado, para el desarrollo e implementación de proyectos del SSHP.
- i) Se habrá facilitado el intercambio abierto de conocimientos sobre aspectos del SSHP, a través del Observatory for Renewable Energy and Energy Efficiency (Observatorio para las Energías Renovables y la Eficiencia Energética) de la CEDEAO (ECOWREX, según sus siglas en inglés) y se utilizarán las herramientas y contenidos suministrados.
- j) Se habrá creado una base de información sobre recursos y páginas importantes del SSHP, lo que ayudará a facilitar el desarrollo y la implementación de programas y proyectos del SSHP.
- k) Se habrá desarrollado e implementado una estrategia de comunicación para la difusión de las mejoras conseguidas y la concienciación sobre las oportunidades del SSHP.
- l) El ECREEE estará establecido como centro de excelencia del sector de SSHP.

El Programa SSHP será gestionado por el Secretariado del ECREEE, en estrecha colaboración con United Nations Industrial Development Organization (la Agencia de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial) (ONUDI, según sus siglas en inglés). ONUDI

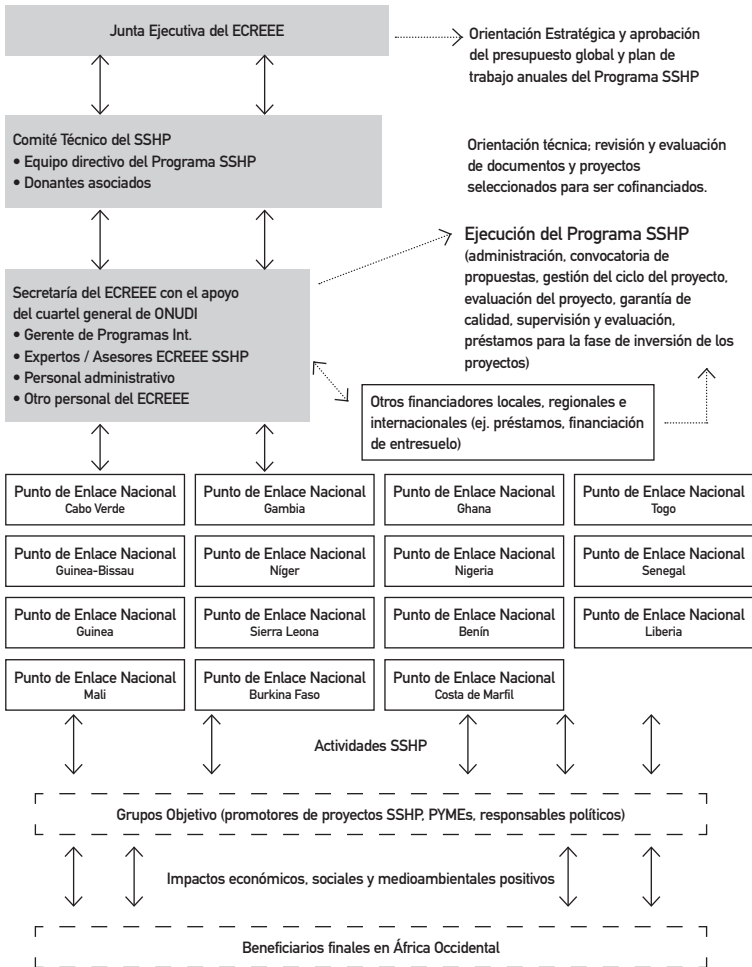
creará sinergias con los proyectos de minirred de SSHP del Programa Estratégico para África Occidental (SPWA, según sus siglas en inglés) del Global Environment Facility. Otros socios están invitados a unirse. Los socios serán responsables de la administración del programa (por ejemplo, gestión del ciclo del proyecto, evaluación y garantía de calidad de proyectos respaldados o responsabilidad financiera). El equipo directivo del programa, consistente en un gerente de programas internacionales, expertos técnicos locales en SSHP y auxiliares administrativos, implementará las actividades, de acuerdo con el documento del proyecto y con planes de trabajo anuales. Con el fin de estimular el mercado, la mayoría de las actividades serán ejecutadas por agentes privados contratados mediante licitaciones competitivas o convocatorias de propuestas.

CUADRO 1
RESULTADOS Y RENDIMIENTOS DEL PROGRAMA SSHP DE LA CEDEAO



CUADRO 2

ESTRUCTURA DE EJECUCIÓN DEL PROGRAMA SSHP



El Programa SSHP está dirigido por la Junta Ejecutiva del ECREEE y por un Comité Técnico Especial, formado por expertos locales e internacionales en SSHP. Estos órganos revisarán y aprobarán los planes de trabajo anuales, los avances presupuestarios y los informes financieros del programa. Además, se ofrecerá orientación estratégica y asistencia técnica a los proyectos respaldados. El programa SSHP se beneficiará de la red de Puntos Focales Nacionales del ECREEE establecida en todos los países de la CEDEAO y del International Centre on Small Hydropower (IC-SHP, Centro Internacional de Energía Hidroeléctrica a Pequeña Escala) de ONUDI, con sede en Abuja, Nigeria. El presupuesto necesario para implementar la primera fase proyectada del Programa SSHP de la CEDEAO asciende a alrededor de 15,5 M€, para el periodo 2013 a 2018.

AUTORES

Mahama Kappiah. Director ejecutivo en ECREEE.

Martin Lugmayr. Experto en energías renovables en ECREEE/ONUDI.

www.ecreee.org

CASO EN DETALLE: PROYECTO EÓLICO DE SANTO ANTÃO. PRIMER PRODUCTOR INDEPENDIENTE DE ENERGÍA (PIE) EN CABO VERDE

DANIEL GRAÇA
ELECTRIC

RESUMEN

El parque eólico de Santo Antão es la primera experiencia en Cabo Verde de un Productor Independiente de Energía (PIE), basado en energías renovables y funciona desde abril de 2011. Se encuentra interconectado a un sistema eléctrico aislado, lo cual acarrea problemas específicos para su explotación. El rendimiento operativo durante los primeros 12 meses de funcionamiento ha sido satisfactorio, aunque con margen de mejora. El rendimiento económico también ha resultado positivo, tanto para el país como para el promotor y para la empresa eléctrica de servicio público.

1. CONCEPCIÓN Y MONTAJE DEL PROYECTO

Teniendo en cuenta que Cabo Verde está compuesto por nueve islas habitadas, el promotor del proyecto decidió, como estrategia principal, centrarse en las islas con sistemas eléctricos de menor dimensión y que hasta ahora no habían despertado el interés de los grandes inversores internacionales. Se optó por Santo Antão, que cuenta con una población de cerca de 26.000 habitantes, si bien en

el futuro se pretende reproducir el proyecto en otras islas de dimensión poblacional similar. Asimismo, el objetivo es utilizar este parque para crear y consolidar capacidad técnica nacional en el ámbito de la concepción, puesta en marcha y gestión operativa de parques eólicos de pequeño y mediano tamaño.

El proyecto del parque eólico de Santo Antão ha sido cofinanciado por el gobierno del Reino de Holanda en el marco del programa PSOM/PSI, que tiene como objetivo fomentar la colaboración entre empresarios holandeses y de países en desarrollo. Para la ejecución y explotación del proyecto se constituyó una empresa en participación de derecho caboverdiano entre una empresa caboverdiana y una holandesa, la Electric Wind, S.A., a la cual se le concedió un permiso de establecimiento como Productor Independiente de Energía Eléctrica. Antes de entrar en funcionamiento, se firmó con la empresa eléctrica de servicio público un contrato de compraventa de la electricidad producida por el parque eólico, según el cual se fijaron precios por debajo de la tarifa nacional en vigor. El parque eólico no se beneficia de precios subvencionados, pero desde el punto de vista fiscal se encuentra exento del Impuesto sobre Sociedades durante un periodo de tres años.

El parque eólico está conectado a una red aislada en la isla de Santo Antão, alimentada por una central diésel con cuatro pequeños grupos diésel que suman una potencia instalada total de 3.800 kW. El pico más alto registrado en la central eléctrica en 2010 (antes de comenzar a funcionar el parque eólico) fue de 1.700 kW. El sistema eléctrico abastece a una población de cerca de 26.000 habitantes, con 6.680 clientes. En Santo Antão existe otra red aislada que abastece a 3.963 clientes.

El parque eólico será ejecutado en dos fases. Durante la primera fase se han instalado dos aerogeneradores MICON tipo M530-250/50 de 250 kW cada uno (que en este artículo se denominarán WT₁ y WT₂), un puesto de seccionamiento MT con contador de energía bidireccional y un tramo de 6,3 km de red de media tensión. En una segunda fase, una vez se encuentren interconectadas las dos redes aisladas de la isla, se instalarán dos unidades adicionales de 250 kW.

2. PRODUCCIÓN DEL PARQUE EÓLICO

En marzo de 2012, el parque eólico cumplió doce meses operativo y su producción aparece ilustrada en la tabla 1. Son cifras satisfactorias, teniendo en cuenta que se trata de su primer año en funcionamiento.

TABLA 1

PRODUCCIÓN Y DISPONIBILIDAD DEL PARQUE EÓLICO

	PRODUCCIÓN (kWh)	FUNCIONAMIENTO (HORAS)	MEDIA POR HORA (kWh)	FACTOR DE UTILIZACIÓN	DISPONIBILIDAD AEROGENERADOR Y DE LA RED
WT1	526.270	5.500	96	38% (2.105 horas)	63%
WT2	738.740	6.812	108	43% (2.955 horas)	78%

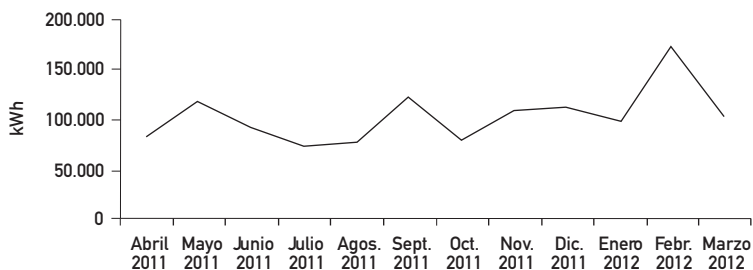
La unidad WT₂ no se aleja mucho de la producción esperada (850.000 kWh o 3.400 horas), pero la unidad WT₁ sí se distancia más. A esta diferencia de producción han contribuido razones de diversa índole, originadas en algunos casos por paradas por anomalías y en otros por paradas programadas.

Se ha verificado que, incluso en periodos de funcionamiento normal, la producción instantánea de WT₂ es casi siempre superior a la de WT₁, probablemente porque se beneficia de mejores condiciones de viento. Se espera que en el segundo año de operaciones la producción mejore significativamente.

La disponibilidad técnica puede parecer baja (cerca del 63% para WT₁ y 78% para WT₂); sin embargo, como se verá más adelante, gran parte de las indisponibilidades está relacionada con la red o central eléctrica. El factor de utilización de las unidades es bueno e ilustra la potencialidad eólica de la zona.

FIGURA 1

PRODUCCIÓN EÓLICA MENSUAL

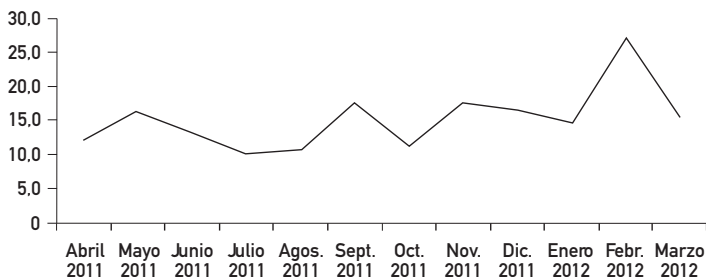


La figura 1 presenta la variación de la producción mensual, que normalmente se corresponde con la variación de la intensidad del viento a lo largo del año. En Cabo Verde hay un periodo en el cual la intensidad del viento es menor, que va de julio a octubre, y un periodo en el cual es mayor, de noviembre a junio. Debido a que se registró una indisponibilidad del parque eólico de cerca del 30%, la curva de evolución de la producción mensual no explicita claramente esos dos periodos diferenciados.

La contribución eólica en el conjunto de la producción del sistema eléctrico al que está interconectado fue del 15%. Los meses de julio, agosto y octubre registraron una penetración eólica menor (10-11%), mientras que en el mes de febrero de 2012 se alcanzó la cifra de un 27% (figura 2).

FIGURA 2

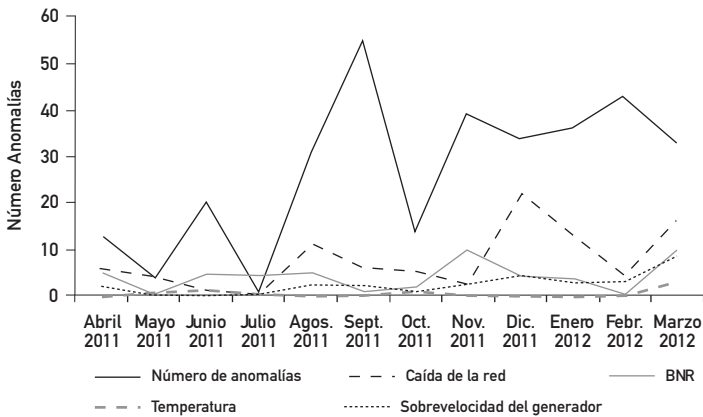
PENETRACIÓN EÓLICA (%)



3. ANOMALÍAS EN EL FUNCIONAMIENTO DE LOS AEROGENERADORES

El número de anomalías fue de 306 en la unidad WT₁ y de 211 en la unidad WT₂, lo cual supone una media de 0,71 errores por día/unidad, cifra que parece muy elevada.

FIGURA 3
ANOMALÍAS EN EL PARQUE EÓLICO



La anomalía "fallo de frecuencia" ha sido la más habitual (62%) y casi siempre ha estado asociada a situaciones de viento de fuerte intensidad. Las causas de este tipo de anomalía han sido la carga baja en la central eléctrica en ese periodo (0H00/6H00), junto con la deficiente capacidad de autorregulación del parámetro frecuencia en algunos grupos de la central eléctrica. De hecho, este suele ser el principal problema de un parque eólico conectado a un sistema eléctrico de pequeño tamaño.

La "caída de la red" ha sido el segundo tipo de anomalía más frecuente (17%) y está relacionada con problemas en la red pública, sobre los cuales carecemos de ningún tipo de control. Cabe destacar que cada problema que se produce en la red provoca dos anomalías simultáneas (una en la WT₁ y otra en la WT₂).

Otras anomalías registradas y relacionadas únicamente con el rendimiento de los aerogeneradores (21%) han sido: 1) "break not released", principalmente en la unidad WT₁, que puede tener su causa en la deposición salina en el interior de la góndola, creando resistencias mecánicas adicionales durante el reinicio de rotación de las palas cuando sopla viento de baja intensidad; 2) elevada temperatura, únicamente en la WT₁, que se resolvió elevando la temperatura de disparo y 3) sobrevelocidad, que se produce en periodos de viento de alta intensidad.

4. IMPACTO DEL PARQUE EÓLICO EN EL FUNCIONAMIENTO DE LA CENTRAL ELÉCTRICA DE RIBEIRA GRANDE

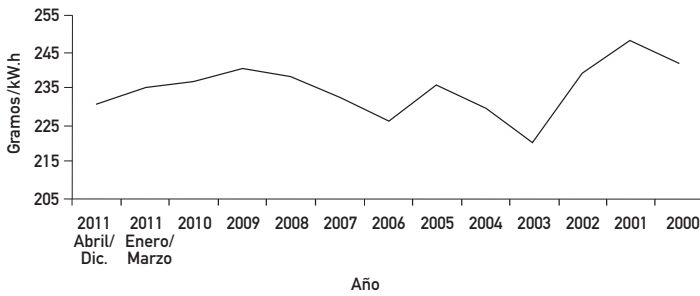
Siempre existe cierto recelo a que un parque eólico pueda causar un impacto negativo en el funcionamiento de una central eléctrica de dimensiones pequeñas, especialmente a que provoque un aumento en el consumo de combustible y en la producción de energía reactiva; también existe temor a que se produzcan situaciones que afecten al buen funcionamiento del sistema eléctrico, como cortes bruscos de la energía eléctrica y fluctuaciones de la frecuencia y de la tensión. En realidad, el parque eólico de Santo Antão ha logrado integrarse de manera satisfactoria en el sistema eléctrico, puesto que no ha perjudicado el rendimiento de la central eléctrica.

4.1. CONSUMO DE COMBUSTIBLE

La figura 4 presenta la evolución del consumo específico medio anual de combustible durante los últimos once años. Se puede observar que el consumo específico en la central eléctrica durante el periodo de abril a diciembre de 2011 registra la cifra más baja de los últimos cinco años, constituyendo la tercera mejor cifra en un lapso de doce años.

FIGURA 4

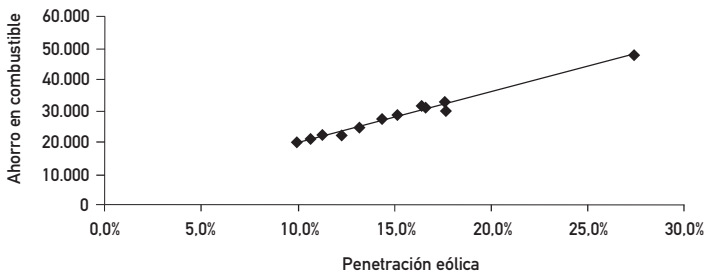
CONSUMO ESPECÍFICO EN LA CENTRAL RIBEIRA GRANDE



Incluso si limitamos nuestro análisis únicamente al año 2011, se puede comprobar que el consumo específico medio en el periodo de enero a marzo (antes de que el parque eólico entrase en funcionamiento) es superior al consumo después de que el Parque comenzase a operar. Puesto que no se realizó ninguna medida de mantenimiento que pudiese mejorar el funcionamiento de los grupos de la central eléctrica, podemos concluir que la operatividad del parque eólico ha permitido un mejor rendimiento de dichos grupos.

Por otra parte, la figura 5 pone de manifiesto que el ahorro en combustible es directamente proporcional a la coparticipación eólica, por lo que parece no haber un aumento del consumo específico, independientemente del régimen de funcionamiento de los grupos diésel de la central eléctrica.

FIGURA 5



4.2. CORTES BRUSCOS DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA

El número de cortes bruscos de energía eléctrica durante el periodo analizado fue de 15, una cifra similar a la de 2010, que fue de 14, como muestra la tabla 2.

Se concluye, por tanto, que el funcionamiento del parque eólico no ha causado un impacto negativo en lo que se refiere a la cantidad de cortes bruscos de la electricidad.

TABLA 2

NÚMERO DE CORTES BRUSCOS DE ELECTRICIDAD

ABRIL 2011/MARZO 2012	AÑO 2010	AÑO 2009	AÑO 2008
15	14	14	9

4.3. POTENCIA REACTIVA Y FACTOR DE POTENCIA

No se ha registrado ninguna variación significativa en el factor de potencia. Incluso si se produjese una tendencia a la baja en el factor de potencia registrado en la central eléctrica, ello no implica mayor producción de reactiva, sino que puede ser el resultado de un menor suministro de energía activa por parte de la central, ya que parte de esta pasa a ser suministrada por el parque eólico. Por otro lado, la legislación caboverdiana establece que el factor de potencia por aerogenerador no debe ser inferior a 0,85. La cifra que se registró finalmente para el conjunto de los dos aerogeneradores fue de 0,91.

4.4. PÉRDIDAS ELÉCTRICAS EN LA RED

No se ha producido un incremento de las pérdidas (ni técnicas ni no técnicas) con respecto a años anteriores. Se podría incluso considerar que el parque eólico causa un impacto positivo a ese nivel, ya que inyecta energía a partir de uno de los extremos de la red (tabla 3).

TABLA 3
PÉRDIDAS EN LA RED ELÉCTRICA

AÑO	2008	2009	2010	2011
Pérdidas	29.1%	23.7%	23.1%	22.9%

4.5. FRECUENCIA Y TENSIÓN

En lo que se refiere a la estabilidad de la frecuencia y de la tensión, únicamente se han percibido ligeras fluctuaciones en los aparatos de medida de la central eléctrica en momentos de viento con turbulencias. También se ha podido comprobar que algunos grupos de la central permiten una autorregulación más efectiva de esos parámetros, por lo que las situaciones de eventual inestabilidad están más relacionadas con el rendimiento de los grupos que se encuentran operativos en la central eléctrica. No obstante, la frecuencia y la tensión de la red eléctrica son magnitudes eléctricas a las que se les debe realizar un seguimiento con analizadores de red, de modo que se pueda evaluar correctamente el impacto del parque eólico a ese nivel.

5. IMPACTO ECONÓMICO Y MEDIOAMBIENTAL DEL PARQUE EÓLICO DE SANTO ANTÃO

El balance económico y medioambiental de los primeros doce meses de funcionamiento del parque eólico aporta beneficios a todos los niveles, ya que, como muestra la tabla 4:

1. La empresa Electric Wind cerró sus cuentas de explotación del año 2011 con resultado positivo.
2. Electra, S.A. (empresa de servicio público) consigue disminuir los costes ya que el precio del combustible no consumido es superior al de compra del kWh de origen eólico.
3. El país evita costes en importación de combustible.
4. El medio ambiente se beneficia de una reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero.

TABLA 4

IMPACTO ECONÓMICO Y MEDIOAMBIENTAL EN 2011

PRODUCCIÓN (KWH)	AHORRO DE COMBUSTIBLE (LITROS)	AHORRO PARA EL PAÍS EN EN DIVISAS (EUROS)	AHORRO ECONÓMICO PARA ELECTRA (EUROS)	REDUCCIÓN EN EMISIÓN DE GASES (TON.)
1.265.010	340.000	335.000	186.000	960

El impacto económico y medioambiental es significativo, tratándose de un pequeño parque conectado a un sistema que abastece a 26.000 habitantes. En un futuro cercano, cuando se duplique la potencia instalada, el impacto será bastante mayor.

6. CONCLUSIÓN

Este proyecto, resultado de una iniciativa privada con participación de dos empresas privadas y cofinanciado por el gobierno holandés, muestra que una empresa nacional puede desempeñar un papel de importancia en el esfuerzo estatal para conseguir una producción de electricidad relevante a partir de fuentes de energía renovables. Los primeros doce meses de funcionamiento muestran que, desde el punto de vista técnico, el parque eólico no constituye una fuente de perturbación para el normal funcionamiento de una central eléctrica de pequeño tamaño, siempre que el proyecto esté bien dimensionado. La coparticipación eólica ha sido del 15% en la producción de electricidad, pero todavía puede aumentar a medida que mejore el rendimiento del sistema.

A nivel económico, cabe destacar que el parque eólico, a pesar de no recibir ningún tipo de subvención en relación a los precios, consigue producir resultados positivos tanto para los promotores como para la empresa eléctrica de servicio público y para el país, sin olvidar el impacto beneficioso a nivel medioambiental.

AUTOR

Daniel Graça. Gerente de ELECTRIC.

CASO EN DETALLE: EL PROYECTO CABEÓLICA (CABO VERDE)

ANA MONTEIRO
CABEÓLICA

RESUMEN

Pese a alguna producción de energías renovables en el pasado, la matriz energética de Cabo Verde ha estado dominada, hasta ahora, por combustibles fósiles. Las aspiraciones de aumentar drásticamente la implantación de la energía eólica, unidas a unas condiciones ideales, condujeron a la creación del proyecto Cabeólica —el primer proyecto de parque eólico a escala comercial, en África Subsahariana, mediante asociación público-privada—. Durante los primeros meses de 2012, el proyecto ha contribuido con unos índices de penetración de energía eólica de entre un 20% y un 40%, en las cuatro islas donde se han instalado los parques eólicos. La capacidad instalada de esta energía, comparada con la capacidad total de electricidad, ha posicionado a Cabo Verde como uno de los países con índices de penetración de energía eólica más elevados del mundo.

Palabras clave: energía eólica, producción de energía, asociación público-privada.

1. INTRODUCCIÓN

Cabo Verde está compuesta por diez islas a lo largo de la costa occidental africana, con una población de unos 500.000 habitantes y un PIB de 1.500 MUS\$ [1]. El país no tiene recursos naturales de consideración y depende del exterior para casi todo, incluyendo la energía. A lo largo de su historia, Cabo Verde ha importado todas sus existencias de productos derivados del petróleo para generar la práctica totalidad de la electricidad que necesita. Ello ha tenido un impacto enorme en la frágil economía del país. La escasez de electricidad se ha hecho crónica en la última década, ya que la demanda ha superado a la oferta, además la compañía de electricidad, debido a su situación económica, no ha llevado a cabo una inversión adecuada y un mantenimiento de los generadores y redes eléctricas, dando lugar a frecuentes apagones, sobre todo en la capital, durante los meses de verano, cuando la demanda eléctrica del país alcanza su máximo. Esta situación se ve agravada por el hecho de que Cabo Verde produce alrededor del 92% de su agua potable mediante la desalinización de agua de mar [2], proceso de alto consumo energético.

En el pasado, el sistema de producción de energía se vio dominado, casi exclusivamente, por recursos extranjeros no renovables. Esto resulta una paradoja para este país, dado que Cabo Verde está situado en el corredor de vientos alisios del océano Atlántico y disfruta de vientos constantes unidireccionales, de una velocidad que ronda los 10 m/s durante gran parte del año [3]. Las características del régimen de vientos de Cabo Verde suponen una de las mejores condiciones del mundo para la generación de energía eólica.

Aunque ya se había introducido en Cabo Verde una cantidad limitada de producción de energía solar y eólica, se necesitaba un proyecto que contribuyera en mayor medida a lanzar el país a la ambiciosa aventura de redefinir su matriz energética, para así garantizar una producción elevada de energía proveniente de una fuente renovable rentable.

Las aspiraciones del Gobierno de Cabo Verde de aumentar la penetración de la energía eólica, junto con la necesidad de inversión extranjera y conocimientos técnicos y empresariales, dieron como resultado una dinámica asociación público-privada (APP), creada en 2008. El principal objetivo de la APP era la creación de una empresa

local para desarrollar, financiar, construir, ser la propietaria y hacer funcionar cuatro parques eólicos con una capacidad total instalada de 25,5 MW, distribuidos en cuatro islas estratégicamente elegidas según su demanda energética: Santiago (9,35MW), donde reside la mitad de la población del país y donde se encuentra ubicada la mayor parte de la base industrial y administrativa; S. Vicente (5,95MW), la segunda en número de habitantes; Sal (7,65MW) y Boa Vista (2,55MW), estas últimas han experimentado el mayor aumento de tráfico turístico del país.

2. LA ASOCIACIÓN PÚBLICO-PRIVADA (APP)

Tras muchos años y varias licitaciones infructuosas para incrementar la penetración de la energía eólica en alrededor de 4,8 MW, el Gobierno de Cabo Verde se asoció con InfraCo Limited (una empresa de gestión privada, financiada a través de donaciones, para el desarrollo de infraestructuras) con el fin de ejecutar y promocionar el proyecto. A continuación se realizaron estudios detallados, incluyendo un estudio de demanda y un estudio de estabilidad de la red. Ambos llevaron a la conclusión de que sería posible aumentar considerablemente la penetración de la energía eólica. InfraCo recomendó al Gobierno de Cabo Verde un proyecto para incrementar la capacidad de energía eólica instalando aproximadamente 28 MW adicionales, porque resultaba factible, viable y sería más atractivo de cara a los inversores.

La APP Cabeólica, la primera en Cabo Verde y la primera a escala comercial en el sector de la energía eólica en África Subsahariana, se creó inicialmente entre InfraCo Limited, el Gobierno de Cabo Verde (a través del Ministerio de Turismo, Industria y Energía) y Electra, S.A.R.L. (la compañía eléctrica local). La asociación incorporó, posteriormente, a Africa Finance Corporation (una entidad financiera panafricana de desarrollo con base en Nigeria) y a Finnish Fund for Industrial Cooperation (un organismo de desarrollo finlandés). La APP supuso un factor determinante en la atracción de inversión para el proyecto, basado en un plan de financiación con una proporción capital-deuda del 30% al 70%, en el que 20 M€ eran aportados por inversores privados y 45 M€ provenían de

préstamos del Banco Europeo de Inversiones y del Banco Africano de Desarrollo.

TABLA 1

PLAN DE FINANCIACIÓN DEL PROYECTO DE INVERSIÓN CABEÓLICA

TIPO	RATIO	ENTIDADES	IMPORTE
Capital	30%	Inversores privados	20 M€ (aprox.)
		AFC	
		Finnfund	
		InfraCo	
Préstamos	70%	Bancos de Desarrollo	45 M€ (aprox.)
		BEI	
		BAD	
Total			65 M€ (aprox.)

La APP, entre otros beneficios, garantizó la participación de socios sólidos de alto nivel públicos y privados y facilitó la firma de un contrato de compra de energía a largo plazo con la empresa de electricidad, consiguiendo así proyecciones de flujos de efectivo previsibles y transparentes.

Con el fin de garantizar los máximos niveles posibles de exigencia durante el desarrollo del proyecto, se contrató a un amplio equipo de expertos de alto nivel de diferentes especialidades, incluyendo RISØ, expertos mundiales en análisis del viento y en investigación sobre energía eólica y Sinclair Knight Merz, líder en asesoramiento



para proyectos e ingeniería. La construcción de los cuatro parques eólicos se llevó a cabo a través de un contrato "llave en mano" de ingeniería, suministro y construcción firmado con Vestas, el líder mundial en fabricación de aerogeneradores. En dicho contrato se estipulaba la construcción de cuatro parques eólicos, incluyendo el montaje e instalación de todos los 30 aerogeneradores Vestas V52-850kW adquiridos; la construcción e instalación de alrededor de 30 km de líneas de transmisión para conectar cada parque eólico a la red eléctrica de la isla respectiva; la construcción de un total de, aproximadamente, 15 km de carreteras de acceso externas e internas; y un edificio para la estación de control en cada parque eólico. Con el fin de garantizar el mantenimiento apropiado y la disponibilidad de los aerogeneradores, se firmó con Vestas un contrato de servicios por 5 años.

3. RETOS

La fase de desarrollo duró cinco años, el tiempo necesario para finalizar todos los estudios preliminares, acuerdos, concesiones de terrenos, trámites relacionados con la concesión de permisos y licencias y demás documentación contractual y legal necesaria para un proyecto de esta escala.

La ejecución del proyecto fue todo un desafío debido a ciertos obstáculos técnicos de consideración aparecidos durante las fases de desarrollo y construcción. Muchos de estos problemas estaban relacionados con el hecho de que el país cuenta con redes energéticas pequeñas y aisladas, fenómeno frecuente en naciones insulares. Por este motivo, hubo que realizar un análisis dinámico del sistema eléctrico distinto para cada una de las redes eléctricas, cada una con sus propios problemas complejos, para determinar las limitaciones y evaluar la integración de la energía eólica. Otro reto importante fue el transporte de 30 aerogeneradores y su distribución a cuatro islas distintas con ciertas limitaciones portuarias. Se realizó un análisis exhaustivo y pormenorizado de las gestiones logísticas necesarias para llevar a buen término la entrega de los equipos. Hubo además que hacer frente a la falta de mano de obra especializada y del equipamiento necesario para la construcción y montaje de aerogeneradores

de 55 m de altura, así como a la falta de materiales de calidad certificada y recursos. En consecuencia, se tuvo que importar la mayor parte de los equipos, vehículos especiales, materiales y mano de obra especializada.

Como era de esperar, la fase inicial de explotación, actualmente en curso, también ha planteado numerosos problemas. Al producirse en el país una transición repentina del casi 100% diésel a un sistema conectado de red diésel-energía eólica, han surgido ciertas dificultades relativas a la estabilidad de la red, distribución de la energía generada por distintas fuentes y capacitación del personal. Por todo ello, se ha llevado a cabo un esfuerzo conjunto de Cabeólica, Electra y Vestas para superar dichas dificultades, mediante la puesta en marcha de algunas medidas técnicas y operativas y la formación del personal de los parques eólicos y la red.

4. LOGROS ACTUALES Y EXPECTATIVAS DE PRODUCCIÓN

El proyecto se concibió para beneficiar a alrededor de un 80% de la población. El sistema eléctrico en las cuatro islas es un sistema de comprador único, lo que constituye un marco claro para garantizar los volúmenes de suministro y la fijación de precios. La compañía de electricidad utiliza el sistema de control remoto SCADA de Cabeólica para acceder a los parques eólicos y controlar la producción de energía eólica que hay que enviar a los centros de distribución según las necesidades y limitaciones.



En septiembre de 2011, comenzó a funcionar el primer parque eólico (Santiago) que, durante el resto del año, todavía en periodo de puesta en marcha, contribuyó con una penetración media mensual de alrededor del 20%. El parque eólico São Vicente entró en funcionamiento en octubre del mismo año y contribuyó con una penetración media mensual, durante la puesta en marcha, de alrededor del 25%. El parque eólico Sal le siguió de cerca en noviembre, con una penetración media mensual de aproximadamente el 21%. Durante los primeros meses de 2012 hasta hoy, equivalente al periodo inicial de producción comercial, los cuatro parques eólicos han contribuido con unos índices de entre un 20% y un 40% de penetración mensual de energía eólica, variando los porcentajes de una isla a otra, como muestra el cuadro más abajo. En mayo y junio, en la isla de São Vicente, el índice diario de penetración de energía eólica excedía con frecuencia el 50%. En otras palabras, durante esos días, más de la mitad de la demanda total de electricidad total se cubría con energía eólica.

TABLA 2

PORCENTAJE DE PENETRACIÓN DURANTE EL PERIODO INICIAL DE PRODUCCIÓN COMERCIAL (PREVISIONES 2012) [4]

ISLA	CAPACIDAD INSTALADA	PENETRACIÓN MEDIA MENSUAL
Santiago	9.35 MW	20-25%
S. Vicente	5.95 MW	35-40%
Sal	7.65 MW	30-35%
Boa Vista	2.55 MW	25%
Total	25,5 MW	20-40%

Cabeólica tiene, para el futuro próximo, el ambicioso objetivo de maximizar los índices de penetración de energía eólica hasta alcanzar entre un 30% y un 50% en las cuatro islas. Para alcanzar los logros proyectados se necesitarán nuevas mejoras técnicas en materia de comunicación y control de sistemas, una cooperación impecable con el operador de la red y una alta fiabilidad de los aerogeneradores. Se avanzará en la optimización de la distribución y de la reserva rodante y, posiblemente, también en la gestión de la



demanda y se incorporarán sistemas de almacenamiento de electricidad. El nivel de penetración que se obtenga también dependerá de diversos factores relacionados con la economía y la población de las distintas islas, así como del consumo mes a mes y de las condiciones climáticas.

Entretanto, Cabo Verde se jacta, actualmente, de poseer uno de los mayores índices de penetración de energía eólica mundiales. A finales de 2011, el país quedó clasificado tercero, a nivel mundial, en cantidad de energía eólica total instalada por PIB y se le consideró el país con mayor cantidad de energía eólica instalada por capacidad eléctrica instalada total. En términos de energía eólica total instalada acumulada, en comparación a la capacidad total de electricidad instalada, Cabo Verde ha superado a muchos países que son líderes reconocidos en instalación de energía eólica, como Alemania, Portugal, España y Dinamarca [5].

5. CONCLUSIÓN

El proyecto Cabeólica ha contribuido en gran manera a la capacidad generadora de energía de Cabo Verde, que está experimentando un aumento rápido en la demanda de electricidad y ha reducido la presión en el sector público, único responsable, anteriormente, de la financiación del crecimiento energético del país. El proyecto ha ayudado al gobierno caboverdiano a garantizar que la producción local de energía sea renovable en un 25% [6].

La generación de energía en los parques eólicos va encaminada a reducir toneladas de importaciones de petróleo. Esto se traduce en un ahorro considerable en costes de importación de combustible, que el gobierno puede dedicar a prioridades económicas y sociales más acuciantes. Además, la electricidad suministrada por Cabeólica es aproximadamente un 25% más barata que las otras opciones disponibles en el país.

El proyecto ha ayudado asimismo al país a cumplir con sus compromisos medioambientales internacionales y con sus objetivos de desarrollo sostenible. Se prevé que la producción de energía del proyecto sustituya a una media de más de 60.000 toneladas de emisiones de gases de efecto invernadero equivalentes de CO₂ al año [7].

El proyecto Cabeólica fue galardonado en 2011 con el premio al Mejor Proyecto de Energías Renovables en África, en los Premios de Energía de África, otorgados en Johannesburgo, por ser la primera iniciativa de esta índole en la región. Actualmente, es objeto de estudio en otros países africanos y en otras partes del mundo con vistas a reproducirlo.

Estos factores positivos, unidos a la adquisición continua de conocimientos, sitúan la empresa en una posición estratégica idónea para apoyar al Gobierno caboverdiano en su objetivo de generar el 50% de la demanda total de electricidad con energías renovables, de aquí a 2020 [8].

BIBLIOGRAFÍA

- [1] BCV. 2012. *Boletim de Estatísticas*, 1^{er} trimestre 2012. Banco de Cabo Verde (BCV), Praia, 2012.
- [2] MECC. 2008. Política Energética de Cabo Verde. Ministério da Economia Crescimento e Competitividade (MECC), Praia, 2008.
- [3] SKM. 2009. *Wind Resource and Energy Yield Analysis*. Sinclair Knight Merz (SKM), UK, 2009.
- [4] Cabeólica. 2012. *Internal Operation Reports* (from January to September except for Boa Vista Island which is from April to August), Praia, 2008.
- [5] GWEC. 2012. *Global Wind Report: Annual Market Update 2011*. Global Wind Energy Council (GWEC), Brussels, 2011.
- [6] MECC. 2008. Política Energética de Cabo Verde. Ministério da Economia Crescimento e Competitividade (MECC), Praia, 2008.
- [7] Cabeólica. 2012. Clean Development Mechanism Project Design Document Form (CDM-PDD) - Bundled Wind Power Project Cape Verde. Cabeólica, Praia, 2012.

- [8] MECC. 2008. Política Energética de Cabo Verde. Ministério da Economia Crescimento e Competitividade (MECC), Praia, 2008.

AUTORA

Ana Monteiro. Jefe del Servicio de Medio Ambiente y Asuntos Sociales y Administrativos de Cabeólica, S. A.

www.cabeolica.com

CASO EN DETALLE: PARQUE EÓLICO DE LA REGIÓN DE SAN LUIS (SENEGAL)

MOUHAMADOU LAMINE NDIAYE

C3E

RESUMEN

El proyecto del parque eólico de la región de San Luis se encuentra ubicado en la parte noroccidental de la república de Senegal, en lo que geográficamente se llama la región de San Luis. En esta parte del país, el yacimiento eólico es interesante y la velocidad media registrada es superior a 6m/s. Se trata de un parque de 50 MW de potencia instalada, cuya producción se destina, esencialmente, a la red de la Société Nationale d'Électricité du Sénégal —Empresa Nacional de Electricidad de Senegal— (SENELEC). La producción se llevará a cabo por aerogeneradores cuya gama de potencia va de los 850 kW a 1 MW y será del orden de 94,5 GWh al año. El proyecto se sitúa en dos emplazamientos: 15 MW en Cantour y 35 MW en Mboye. El proyecto ha sido desarrollado por la empresa Eau Energie Environnement (C3E), con la asistencia técnica de CEGELEC TOULOUSE y el apoyo financiero de la región de San Luis, la región Midi Pyrénées y la Agencia Francesa de Desarrollo (AFD). Un comité de dirección a nivel nacional, representativo de todos los actores del sector y presidido, conjuntamente, por el Ministerio de Energía y la región de San Luis,

ha validado el conjunto de los trabajos de desarrollo, desde la elección del emplazamiento hasta la determinación de la energía producible. El proyecto forma parte de los tres proyectos "Energía nueva y renovable (EnR)" seleccionados por el Gobierno de Senegal para figurar en la carta de política para el desarrollo del sector de la energía. Se han organizado numerosas presentaciones del proyecto, de cara a potenciales socios capitalistas o inversores como PROPARGO (Promoción y Participación para la Cooperación Económica), FMO, KfW, etc., que han mostrado, todos ellos, un gran interés en apoyarlo económicamente. Hoy, al final de su desarrollo, el proyecto se encuentra a la espera de inversores potenciales.

Palabras clave: energías renovables, energía eólica.

1. SITUACIÓN DEL SECTOR ELÉCTRICO EN SENEGAL

1.1. LA PRODUCCIÓN

La potencia total instalada del parque de producción es de más de 670 MW, teniendo en cuenta el plan "takkaal" (alquiler de grupos electrógenos para compensar el déficit de producción, en el marco del plan de reestructuración y reactivación del sector de la energía) de 2011. En la actualidad, SENELEC realiza el 60% de la producción, empresas privadas (productores independientes de energía) el 30% y el resto proviene de la presa de Manantali, fruto de una cooperación subregional entre Mali, Mauritania y Senegal. Esta producción se encuentra interconectada en un 80% y es de origen térmico en un 90%, solo un 10% es de origen hidroeléctrico. Queda patente la "tiranía del petróleo" en la producción energética de Senegal. La producción proveniente de energías limpias es muy pobre y solamente se da en algunos lugares aislados.

GRÁFICO 1

REPARTO DE LA PRODUCCIÓN SEGÚN SU ORIGEN

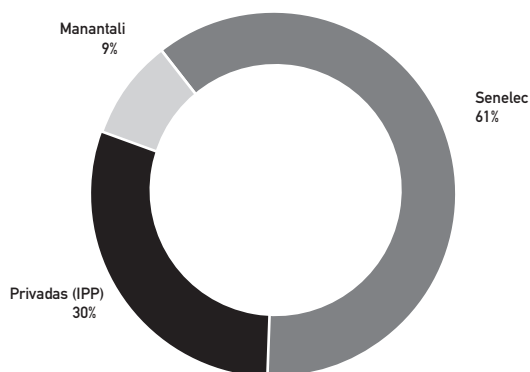
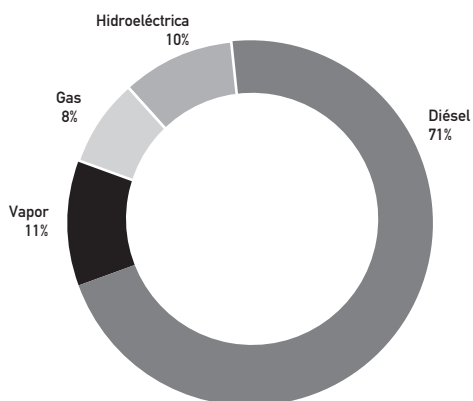


GRÁFICO 2

REPARTO DE LA PRODUCCIÓN SEGÚN LA FUENTE DE ENERGÍA



1.2. EL TRANSPORTE

La función de la red de transporte consiste en llevar la electricidad de alta tensión (90 y 225 kV) desde las centrales donde se produce hasta los centros de consumo. En Senegal, la red de transporte incluye una red nacional y otra supranacional.

La red nacional abarca 327,5 km de líneas de 90 kV y 8 subestaciones transformadoras de 90/30 kV, de una potencia instalada total de 1.127 MVA. En cuanto a la red supranacional, comprende los 945 km de la línea de 225 kV Manantali-Matam-Dagana-Sakal-Tobène. Alimenta a la subestación de 225/90 kV de Tobène (2x75 MVA) y a las subestaciones de 225/30 kV.

1.3. LA RED DE DISTRIBUCIÓN

Se alimenta de subestaciones HT/MT y MT/MT. Estas redes transmiten la electricidad hacia los otros usuarios: particulares, administraciones, industrias y comercios. Los tránsitos entre la producción y los puntos de consumo constituyen un proceso complejo por la imposibilidad de almacenar la electricidad y la necesidad de hacer frente a una demanda variable en todo momento. Parte esencial de este proceso es el centro de *dispatching* de Hann, verdadero centro de distribución de electricidad que vela por el mantenimiento del equilibrio producción-consumo las 24 horas del día. El centro de *dispatching* está asistido por un Centro de Control Central que se ocupa permanentemente de la red MT de Dakar.

En vista de lo anterior, vemos que la situación energética (especialmente la electricidad) de Senegal se caracteriza por:

- Una preponderancia de las centrales térmicas y, sobre todo, una importancia considerable de las centrales que funcionan con diésel, lo que conlleva un escaso control de los costes de producción del kWh.
- Una demanda muy superior a la oferta, lo que acarrea frecuentes cortes de suministro.
- Una marginalización de las energías renovables, a pesar de que Senegal dispone de unos buenos yacimientos eólicos y solares, por citar solo dos ejemplos.

El desarrollo de las energías renovables se convierte en un camino ineludible para paliar, e incluso disminuir, la dependencia de las energías fósiles cuyas existencias, a nivel mundial, son cada vez más escasas. Senegal, dentro de su política de promoción de las energías renovables, ha decidido que el 15% de la energía que se consuma en el país sea de origen limpio, de aquí a 2025. En este contexto hay que situar el proyecto del parque eólico de San Luis.

2. EL PARQUE EÓLICO: SU ENFOQUE

La presente nota se ha elaborado para hacer balance del conjunto de acciones llevadas a cabo para poner en marcha el parque eólico de la región de San Luis. Nuestra intención no es hacer una exposición exhaustiva de los trabajos realizados sino, simplemente, dar una idea aproximada de estos. Haremos mayor hincapié en las dificultades que retrasaron la realización del parque y las perspectivas para la puesta en marcha de este proyecto tan importante para Senegal, en general, y para la región de San Luis, en particular. Daremos, en este documento, dos grandes indicaciones técnicas: las velocidades medias de viento registradas y el atlas eólico con la *micrositing* del proyecto que realizamos para fomentar el interés de un posible inversor.

2.1. FINALIDAD DEL PROYECTO

La promoción de los recursos naturales locales de la región de San Luis está contemplada, desde hace mucho tiempo, en su plan regional de desarrollo integrado. Se han llevado a cabo muchas acciones en este sentido y en este marco debe situarse este proyecto de parque eólico. Se trata de implementar, en un espacio bien delimitado, instalaciones que permiten, a partir de la energía cinética del viento, producir electricidad destinada a la red SENELEC. Las instalaciones permitirán, pues, producir electricidad a partir de una energía local, limpia y renovable: el viento, durante alrededor de 22 años.

2.2. OBJETIVOS

En la franja occidental del espacio regional, el proyecto planea poner en marcha una central eólica de 50 MW compuesta, esencialmente, por 50 a 59 aerogeneradores cuya potencia nominal está comprendida entre 850 kW y 1 MW. Se completarán estas máquinas con un cierto número de equipamientos: una pista de acceso, subestaciones transformadoras, líneas de transporte para llevar la energía producida a la subestación de SAKAL, etc. En el plano tecnológico, se tratará de aerogeneradores de eje horizontal con una altura de góndola entre 55 y 70 m y un diámetro de rotor entre 55 y 62 m. Según la herramienta de análisis de proyectos de energías renovables RETScreen, con máquinas de esta índole, la producción anual de electricidad prevista será del orden de los 94.500 MWh y deberá permitir evitar 71.482 toneladas de CO₂.

2.3. LOS ACTORES

2.3.1. LA EMPRESA DE DESARROLLO

El proyecto ha sido desarrollado por C3E, en colaboración estrecha con CEGELEC Toulouse, que ha trasladado a un experto durante más de un año y ha asumido, asimismo, la garantía de calidad desde sus oficinas de Toulouse, en Francia. También han intervenido otras empresas francesas (EQUITAO, ENERGIE DU VENT) especializadas en ámbitos específicos interesantes para el proyecto.

2.3.2. A NIVEL LOCAL Y REGIONAL

La región de San Luis, representada por el consejo regional y las comunidades rurales de Gandon y Fass Ngom son los socios locales del proyecto. La región ha realizado, y lo sigue haciendo, un importante trabajo de *lobbying* para promocionar el proyecto, tanto a nivel nacional como internacional, mientras que las comunidades rurales han tomado decisiones de afectaciones de terrenos al proyecto (un acuerdo de concesión de tierras reserva la zona para el desarrollo del proyecto durante 25 años).

2.3.3. A NIVEL NACIONAL

Se realizaron los trabajos bajo la supervisión de un comité de dirección que validó todas las etapas ejecutadas del proyecto en las reuniones organizadas en Dakar o San Luis. Este comité de dirección está formado por el conjunto de actores del sector: Ministerio de Energía, Dirección de Energía, Consejo Regional de San Luis, Agencia Regional de Desarrollo, Dirección de Medio Ambiente, SENELEC, Comisión Reguladora del Sector de la Energía (CRSE), SPIDS (Sindicato de Profesionales de la Industria y las Minas de Senegal), SOCAS (Empresa de Comercialización de los Productos Agrícolas de Senegal), etc.

2.3.4. A NIVEL INTERNACIONAL

El proyecto ha obtenido financiación de la región Midi Pyrénées, en Francia, y de la agencia francesa de desarrollo (AFD), por un valor total de 130.000 €. Se han organizado numerosas presentaciones del proyecto, de cara a potenciales socios capitalistas o inversores como PROPARCO, FMO, KFW, etc., que han mostrado, todos ellos, un gran interés en apoyarlo económicamente.

A partir de una iniciativa privada y local, hemos llegado a conseguir una adhesión nacional con apoyo internacional. La consecuencia de todo ello es que el proyecto del parque eólico de San Luis se encuentra inscrito en el plan de desarrollo del sector energético de Senegal.

2.4. COSTE Y RENTABILIDAD DEL PROYECTO

Evaluable en 1.600 € por kW instalado, se calcula que el coste del parque de la región de San Luis asciende a 80 M€, equivalentes a poco más de 50.000 M FCFA. El programa RETScreen establece el índice de rentabilidad interna del parque en, aproximadamente, el 29%, antes de impuestos y con un plazo de recuperación del capital de ocho años.

El precio de coste del kWh es de 53 FCFA (0,081 €) y podría ser restituido a SENELEC a alrededor de 80 FCFA (0,122 €).

2.5. CONSECUENCIAS PARA LA REGIÓN

El parque eólico tendrá importantes consecuencias indirectas o directas para la región de San Luis. A nivel económico, la región recibirá anualmente del promotor más de 60 M FCFA (91.600 €), calculados sobre la base de 1.250 FCFA/kW instalados en concepto de indemnización por la concesión de los terrenos. Estos ingresos imprevistos servirán para financiar proyectos locales de desarrollo. También podrá instalarse una línea de electrificación rural para que parte de la energía producida sea consumida *in situ*. La instalación del parque llevará aparejada la construcción de infraestructuras viarias que van a contribuir a sacar de su aislamiento a la zona atravesada por el proyecto. Además de crear empleo desde la fase de construcción del parque, se podrán edificar una o dos tiendas en torno al parque para que los posibles visitantes puedan llevarse algún recuerdo.

Cabe señalar que los estudios técnicos versaron sobre los siguientes aspectos:

- Estudios de viento:
 - Atlas de la energía eólica (imágenes 1 y 2). Del atlas eólico se desprende que cuanto más se aleja uno del borde occidental (lado del océano Atlántico) menos importantes son las velocidades del viento.
 - Selección de 2 emplazamientos.
 - Mediciones durante 12 meses (tabla 1).
 - *Micrositing* y determinación del productible (imágenes 3 y 4).
- Estudio geotécnico:
 - Sondeos.
 - Predimensionamiento de los cimientos.
- Riesgos medioambientales:
 - Estudio ornitológico.
 - Estudio de riesgos derivados de la naturaleza del suelo.
- Otros trabajos realizados

Al tiempo que se realizaban estos trabajos, C3E (Empresa del Agua, de la Energía y del Medio Ambiente) estudiaba con SENELEC el

modo de inyectar la energía producida en su red, así como el diseño eléctrico del proyecto. Todo se encuentra recogido en un documento titulado "Convenio de conexión eléctrica". Se redactó, en colaboración con SENELEC, un contrato de compraventa de energía y se emprendieron negociaciones sobre el precio del kWh. También se llevó a cabo el estudio de impacto ambiental del proyecto y la nota de identificación del proyecto para poder ser seleccionado por el MDL (Mecanismo de Desarrollo Limpio).

El conjunto de documentación relativa a los estudios arriba citados se encuentra disponible.

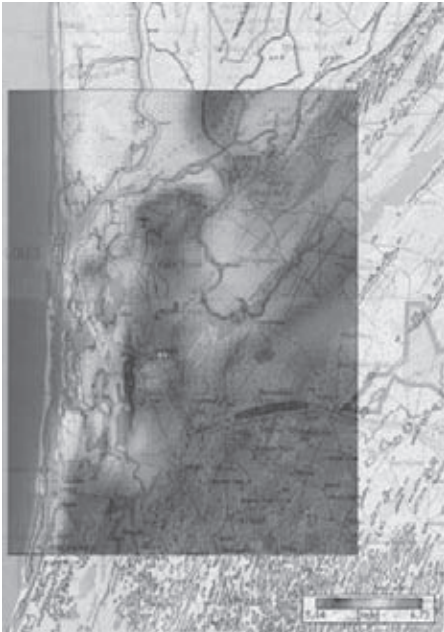


IMAGEN 1. ATLAS DE LAS VELOCIDADES
MEDIAS (A 40 m DEL SUELO)

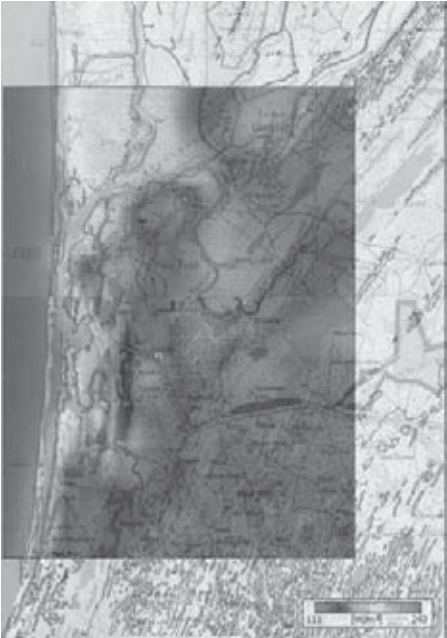
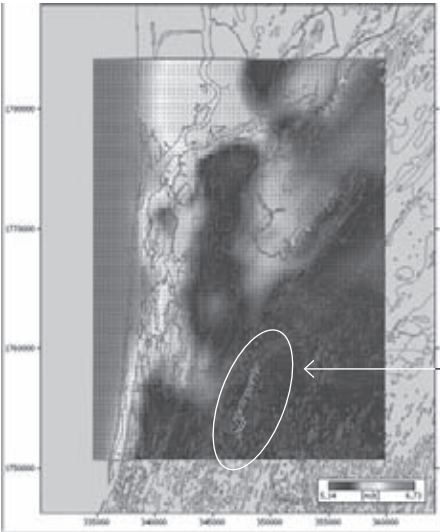


IMAGEN 2. ATLAS DE LAS DENSIDADES DE POTENCIA (A 40 m DEL SUELO)



Emplazamiento principal, proyecto del Gandiole, cerca de Gantour

IMAGEN 3. EMPLAZAMIENTO PRINCIPAL

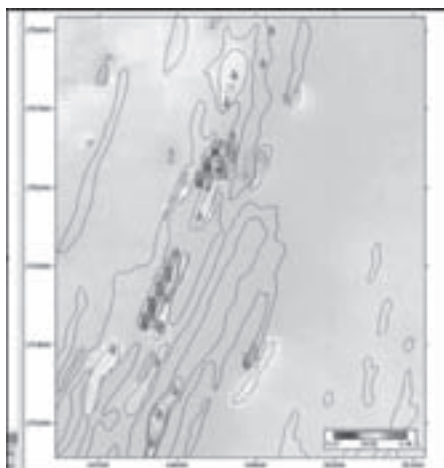


IMAGEN 4. DETALLE
DE LA MICROSITING

TABLA 1

VELOCIDADES MEDIAS MEDIDAS (m/s) A 40 m DE ALTURA EN GANTOUR Y MBOYE
Y A 39 m EN GANDON

	FEB.	MAR.	ABR.	MAYO	JUN.	JUL.	AGO.	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.	ENE.
Gandon												
2004/2005	5,7	5,6	5,8	5,4	5,1	5	4,8	4,3	4,7	5,4	5,1	5,9
Gandon												
2007/2008	/	6,4	5,7	5,5	5,2	5	4,47	3,17	4,65	5,43	5,76	6,52
Gantour												
2007/2008	7,06	7,06	6,25	6,15	5,73	5,58	4,89	4,12	5,16	6,10	6,44	7,17
Mboye												
2007/2008	/	/	/	6,3	5,9	5,6	4,89	4,08	5,22	6,28	6,57	7,34

De estos estudios se desprende que nada se opone, desde el punto de vista técnico, a la realización del proyecto de parque eólico en la región de San Luis. Las dificultades eran otras y así fue hasta 2010. A partir de esta fecha, el entorno del proyecto es mucho más favorable, como se recoge a continuación.

2.6. DIFICULTADES QUE IMPEDÍAN LA REALIZACIÓN DEL PROYECTO ENTRE 2003 Y 2010

El desarrollo del parque se prolongó más de lo normal entre 2003 y 2010. Este retraso deriva de varios factores:

- Ausencia de modelo de referencia: el parque eólico fue el primero de su índole estudiado en Senegal. Así, tras la primera campaña de medición de viento, resultó imposible comparar nuestras medidas con datos existentes. Se necesitó una segunda campaña para validar la información recogida.
- Marco legislativo no adaptado a la estrategia de partida que era “la autoproducción a través de la red” (“Usted invierte en donde quiere, nosotros transportamos y usted consume donde quiere” es el eslogan utilizado por ONE —la empresa suministradora de electricidad marroquí— en Marruecos). En efecto, la ley 98, 29, de 14 de abril de 1998, relativa al sector de la electricidad, prohíbe la autoproducción más allá de sus perímetros de consumo, aunque habíamos conseguido unir en torno al proyecto a muchos industriales senegaleses que tenían la intención de invertir en el parque, de hacer que SENELEC transportara su propia energía y de consumirla en su centro de producción, situado en Dakar o en otro lugar. La ley del 98 no lo permitía. Volvimos a la fórmula IPP (productores independientes de energía) clásica.
- Ausencia de marco reglamentario para incluir las energías renovables en la modalidad de compra de SENELEC: SENELEC, en cuanto comprador único, no estaba obligado a introducir un porcentaje de energías limpias en la energía distribuida en Senegal.
- Ausencia de una política clara de desarrollo que defina los tipos de energías renovables que hay que producir (qué producir: solar, eólica, biomasa), en qué lugar (dónde), las cantidades que se deben alcanzar (cuánto), a qué precio del kWh y en qué horizonte temporal.
- Ausencia de un marco atractivo que incite al desarrollo de grandes proyectos de energías renovables.
- Comprador único: SENELEC, que se enfrenta a problemas económicos.

Este conjunto de dificultades deriva del hecho de que éramos los pioneros en el desarrollo de un parque eólico y tuvimos que pelear duro para conseguir que el legislador senegalés reconsiderara su postura. El resultado se hizo palpable a partir de 2011, ofreciéndole, de este modo, al parque perspectivas más atrayentes.

3. LAS PERSPECTIVAS A PARTIR DE 2011: UN NUEVO MARCO REGLAMENTARIO

A partir de diciembre de 2010 se produjeron importantes cambios institucionales.

1. *La promulgación de la ley sobre las energías renovables*: al igual que otros países del mundo, Senegal ha emprendido, desde hace algunos años, una política valiente y ambiciosa de desarrollo de las energías renovables. Este compromiso del gobierno deriva de la necesidad de ocuparse, dentro del marco de sus estrategias de desarrollo energético, de preocupaciones de orden político, socioeconómico y medioambiental. Desde el punto de vista político, el desarrollo de las energías renovables tiene como finalidad la búsqueda de una mayor seguridad en el aprovisionamiento de energía y una menor dependencia de las importaciones de combustibles fósiles para la producción de electricidad. En el plano socioeconómico, se trata de tomar cierto número de medidas tendentes a incentivar al sector privado a invertir en las energías renovables. Estas medidas consisten en dar facilidades relativas a las condiciones de producción, venta, remuneración de la electricidad producida y a la prioridad de conexión a la red y adquisición de materiales y equipos destinados a la producción, explotación, autoconsumo y a la investigación y el desarrollo. A nivel medioambiental, las energías renovables van a contribuir al desarrollo sostenible porque son energías limpias al no emitir gases con efecto invernadero y preservar la naturaleza y el medio ambiente. De esta forma, para asentar su política, Senegal promulgó la ley n° 2010-21, de 20 de diciembre de 2010, de orientación sobre las energías renovables, dentro de la puesta en marcha de un marco legislativo y reglamentario.

- 2 *Adopción de los decretos de aplicación:* para hacer operativa esta ley, se adoptaron dos decretos de aplicación en diciembre de 2011, sobre los que se ofrecen algunas indicaciones a continuación.
 - a) Decreto n° 211-213 de aplicación de la Ley de orientación sobre las energías renovables y relativo a las condiciones de compra y remuneración de la electricidad producida por centrales a partir de fuentes de energías renovables, así como las condiciones de su conexión a la red. El decreto precisa claramente, entre otros:
 - Las modalidades de fijación del precio del kWh.
 - La determinación del índice de rentabilidad.
 - El modo de selección de los futuros productores: licitaciones.
 - La obligación de SENELEC de permitir la conexión a la red, art. 9: “El explotador de la red está obligado a conectar de forma prioritaria las centrales de energía renovable a su red para extraer y remunerar toda la energía ofrecida por los productores si se preservan las condiciones de estabilidad de la red”.
 - El contrato de compra de electricidad, art. 13: “El explotador de la red y el productor firman un contrato de compraventa de electricidad que determina los derechos y obligaciones de cada una de las partes”.
 - b) Decreto 2011-2014 de aplicación de la Ley de orientación sobre las energías renovables, relativo a las condiciones de compra y de remuneración del excedente de energía eléctrica de origen renovable resultante de una producción para el consumo propio.
 - Destacamos el art. 6: *Compra del excedente de energía.* El explotador de la red compra y transporta el excedente de electricidad de origen renovable producida por la instalación de un autoproducer conforme al artículo 24 de la ley 98-29, del 14 de abril de 1998, y dentro del límite de potencia máxima indicada, salvo necesidad de preservar el buen funcionamiento de la red.

El nuevo marco reglamentario en vigor ha paliado las dificultades que obstaculizaban el proyecto de parque eólico, dejándole así

evolucionar en un marco mucho más favorable. Lo que permite prever su materialización en un futuro próximo.

AUTOR

Mouhamadou Lamine Ndiaye. Director de la Compagnie Eau Énergie Environnement (C3E SARL).

www.compagnie3e.com

CASO EN DETALLE: MICRORRED EN SENEGAL MEDIANTE FV Y PROYECTO MACSEN-PV

MÓNICA ALONSO LÓPEZ
ITER

RESUMEN

El ITER (Instituto Tecnológico y de Energías Renovables) es un centro de investigación de energías renovables con 20 años de experiencia. Durante los últimos años ha instalado más de 45 MW de plantas fotovoltaicas en la isla de Tenerife, fabricando sus propios paneles e inversores. Consciente de la importancia de las Islas Canarias como nexo de unión entre África y Europa y de la importancia de la transferencia tecnológica para el impulso real de las energías renovables en los países africanos, el ITER ha llevado a cabo numerosos proyectos en varios países, y más específicamente en Senegal.

Por una parte, en el campo de la electrificación rural destaca el proyecto piloto: "Microrred en Senegal mediante FV en la aldea de Fordou (Ranerou), en el norte de Senegal", en el que la ASER (Agencia Senegalesa de Electrificación Rural) colaboró estrechamente.

Por otra parte, el ITER lidera el proyecto MACSEN-PV, para la promoción de la implementación de sistemas basados en energías renovables (FV) para el abastecimiento energético en Tenerife y en Senegal, con acciones dirigidas al fortalecimiento de las capacidades de las autoridades locales y los

técnicos. En el proyecto participan a su vez la Agencia Insular de Energía de Tenerife (AIET), la Agencia Senegalesa de Electrificación Rural (ASER) y el Centro de Estudios e Investigación sobre las Energías Renovables (CERER), como socios senegaleses. Una planta piloto de 3 kWp de FV para conexión a red será instalada en la sede del CERER en Dakar.

Palabras clave: fotovoltaica, microrred, Senegal, transferencia tecnológica, fortalecimiento de capacidades, energías renovables, abastecimiento eléctrico.

1. INTRODUCCIÓN

La situación energética de Senegal, similar a la mayoría de países africanos, se caracteriza por un escaso porcentaje de electrificación rural y la imposibilidad de hacer llegar infraestructuras de generación y transporte de energía convencionales a algunas zonas. Además, la mayoría de ellos tienen una gran dependencia energética del exterior, una gran penetración de grupos electrógenos y un coste de la electricidad muy elevado.

En los últimos años, la mayoría de estos países están trabajando en la implementación de nuevas políticas que permitan el acceso general a la electricidad y la sustitución a largo plazo de energías fósiles por energías renovables. Por tanto, nos encontramos en un momento crucial para nuevas políticas y proyectos que incidan en la utilización de recursos energéticos propios (renovables), garantizando las posibilidades de desarrollo de los países africanos y, en concreto, de las zonas rurales, de una forma sostenible, contribuyendo de esta forma a la lucha contra el cambio climático.

En este contexto, Canarias se posiciona como un nexo entre África y Europa, jugando un papel importante en cuanto a transferencia tecnológica y fortalecimiento de capacidades. El ITER (Instituto Tecnológico y de Energías Renovables), como referente tecnológico en el ámbito de las energías renovables en Canarias, participa activamente en diversos proyectos de cooperación técnica, sobre todo en Senegal.

2. MICRORRED EN SENEGAL MEDIANTE FV. PROYECTO RANEROU

Este proyecto surgió en 2008 a partir del interés mostrado por el Gobierno de Senegal al Cabildo de Tenerife (autoridad insular) en el desarrollo de las energías renovables para la electrificación de áreas rurales remotas. El Cabildo encargó al ITER, en base a su dilatada experiencia en este campo, el diseño y ejecución de un proyecto piloto de estas características, dentro del Programa de Cooperación "Tenerife con Senegal".

Una vez encargado el proyecto era necesario identificar la localidad beneficiaria del mismo y sus principales características. El Gobierno de Senegal propuso la aldea de Fourdou, en la región de Ranerou (noreste del país), por su aislamiento y escaso nivel de desarrollo. Se estableció como principal objetivo del proyecto garantizar el acceso a un suministro de energía eléctrica basado en la energía solar fotovoltaica, priorizando los usos escolares y comunitarios.

En noviembre de 2008, técnicos del ITER realizaron una visita técnica a Fourdou a fin de presentar el proyecto a la comunidad local, obtener su opinión respecto a sus principales necesidades y definir sobre el terreno el diseño más apropiado para la instalación.

En el diseño inicial, la instalación estaba dirigida a usos educativos, montando el sistema fotovoltaico sobre el tejado de la escuela. Además, incluía el montaje de un pequeño aerogenerador y un sistema de comunicaciones vía satélite y tres ordenadores para el colegio. No obstante, esta propuesta inicial varió sensiblemente tras diferentes reuniones con representantes del Gobierno de Senegal. Por una parte, se eliminó el aerogenerador, ya que su mantenimiento resultaba



IMAGEN 1. VISITA TÉCNICA A FORDOU.
NOVIEMBRE DE 2008.

más complicado. Por otra parte, la inexistencia en la zona de un operador de internet móvil hacía inviable la instalación del sistema de comunicaciones vía satélite. Si existía cobertura de telefonía GSM, pero no permitía la transmisión de datos salvo a un ancho de banda muy bajo. Este hecho motivó la eliminación del sistema de comunicaciones y los ordenadores, ya que sin la conectividad, la utilidad de los mismos se veía reducida en gran medida. Por último, se tomó la decisión, tras la necesidad expresada por el Gobierno de Senegal, de incluir la construcción de un aula adicional para la escuela de la aldea, ya que las existentes se encontraban bastante deterioradas y de incluir el abastecimiento energético del centro de salud y el alumbrado público.

Los ejes definitivos del proyecto fueron la realización de un plan formativo para técnicos locales; la construcción de una nueva aula para la escuela; la instalación de un sistema fotovoltaico de 1.150 W y de cableado eléctrico en la aldea para el abastecimiento energético de usos comunitarios.

Una de las primeras actividades del proyecto consistió en la realización de un programa formativo. Aunque en un principio este programa estaba diseñado para la formación de técnicos locales en tareas de instalación y mantenimiento, el Gobierno de Senegal sugirió redirigir esta actividad hacia la ASER (Agencia Senegalesa de Electrificación Rural). Este organismo tiene asignadas las competencias nacionales para la electrificación rural de Senegal y sus técnicos poseen amplia experiencia en el campo de las energías renovables. Por tanto, el programa formativo se reorientó hacia contenidos más especializados, como la conexión a red de sistemas fotovoltaicos de



IMÁGENES 2 Y 3. JORNADAS DE FORMACIÓN EN EL ITER DE TÉCNICOS DE LA ASER. OCTUBRE DE 2009.

alta potencia o cuestiones relacionadas con el marco regulatorio o administrativo de la fotovoltaica. La formación tuvo lugar finalmente en octubre de 2009 y tanto los técnicos senegaleses como los técnicos del ITER consideraron satisfactoria la experiencia y se establecieron los vínculos de colaboración necesarios para impulsar el desarrollo del proyecto.

La implicación en el proyecto por parte de la ASER, tanto en la fase de concepción y diseño de la instalación, como en la puesta en marcha y validación de la misma, resultó fundamental para su desarrollo. La ASER aportó su conocimiento del entorno y su experiencia en el desarrollo de los programas de electrificación rural en Senegal, garantizando la adaptación del sistema a las necesidades reales, la sostenibilidad en el tiempo de la instalación y su replicabilidad.

La primera etapa del proyecto consistió en la construcción de una nueva aula para la escuela, para lo cual se solicitaron tres ofertas a empresas locales de Senegal, siendo finalmente adjudicataria la empresa Germany Senegal Cooperation (GSC). En noviembre de 2009, técnicos del ITER y de la ASER realizaron una visita técnica a la aldea de Fordou para comprobar el estado de las obras y mantener una nueva reunión con los líderes de la comunidad. Una vez allí, se constató que no se estaban realizando las obras y se averiguó que estas se estaban ejecutando por error en la capital, Ranerou. A pesar de este contratiempo, se retomó la idea de la ubicación inicial de las obras en la aldea de Fourdou, ya que la aldea de Ranerou sí se encuentra conectada a la red eléctrica. La ejecución del aula en Fordou finalizó en el mes de diciembre de 2009.

Durante la visita de noviembre de 2009 se designó la ubicación más idónea para la instalación fotovoltaica, de forma que se satisficieran las necesidades de la aldea, minimizando costes y pérdidas de energía. La ASER elaboró un esquema general de la instalación y los usos de la misma, y en base a este esquema y a los requisitos detectados, el ITER realizó un diseño de la estructura de soporte de los paneles fotovoltaicos y adquirió los diferentes equipamientos, siendo las estructuras y los módulos fotovoltaicos de fabricación propia. La instalación final está compuesta por los siguientes componentes:

- 12 módulos fotovoltaicos ITER de tipo ST125P y ST130P (9 instalados, 1 destinado a pruebas y 2 módulos como repuesto).
- 6 baterías de 2 V, de 731 Ah C100.
- 1 inversor de 1.000 W.
- 1 regulador de carga.
- 5 lámparas de exterior y 25 lámparas de interior.
- Estructura de soporte de paneles e instrucciones de montaje.

Para el montaje de la instalación fotovoltaica se contó con una empresa local, siendo finalmente adjudicataria la empresa Sol Treize. El ITER desarrolló unas instrucciones de montaje detalladas, con objeto de asegurar el correcto montaje de la instalación, de acuerdo con las especificaciones de diseño. La estructura se montó en su totalidad en el ITER, antes de su envío a Senegal, marcándose los diferentes componentes para facilitar además su identificación en las instrucciones y el ensamblaje de los mismos en el orden correcto. La instalación se completó en octubre de 2010, fecha en la que técnicos de la ASER realizaron una visita técnica de verificación y remitieron un informe final al ITER indicando la correcta instalación y funcionamiento de los equipos.



IMAGEN 4. INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA Y CUARTO TÉCNICO. ALDEA DE FOURDOU (FOTO EXTRAÍDA DEL INFORME DE LA ASER).



IMAGEN 5. INTERIOR
DEL CUARTO TÉCNICO.
ALDEA DE FOURDOU
(FOTO EXTRAÍDA DEL
INFORME DE LA ASER).

En octubre de 2011, después de un año de funcionamiento, técnicos del ITER y de la ASER realizaron una visita a Fordou para realizar el seguimiento de las instalaciones. Se constató que la instalación estaba en marcha y en correcto estado, incluyendo el alumbrado comunitario y el abastecimiento del centro de salud. Se revisó el local técnico y su instalación interior, constatando que cuenta con el equipo previsto: baterías, regulador de carga, inversor, contador de energía proporcionado por la ASER, cuadro eléctrico de salud de 220 v AC con 4 interruptores y un reloj para el alumbrado de la plaza. Se comprobó el ácido de las baterías, el buen funcionamiento de los paneles fotovoltaicos y el contador de energía, que indicaba 300 kWh en el año de funcionamiento. Se constató también que el recinto escolar, compuesto por cinco edificios de aulas, contaba con alumbrado eléctrico, interruptores, enchufes y lámparas con bombillas de bajo consumo.

Durante dicha visita se realizaron además entrevistas con los actores clave locales para determinar su grado de satisfacción con la instalación (el jefe de la aldea, el director de la escuela, el presidente

del comité de gestión de la instalación y el técnico responsable del mantenimiento). En general, valoraron de forma muy positiva la instalación por el cambio en la vida de la aldea. En particular, el jefe de la aldea consideró importante el suministro eléctrico en la plaza y en el cuarto de salud; y el director de la escuela destacó que los niños pueden seguir estudiando hasta más tarde tanto en las aulas como en la plaza.

En cuanto al mantenimiento preventivo de la instalación, el técnico que realiza dichas tareas residente en Foudou y sin estudios previos fue formado por la ASER. Entre sus tareas están la limpieza de los paneles fotovoltaicos, del local técnico, así como verificar y completar el nivel de agua de las baterías. También tiene que informar y contactar con el ASER en caso de avería. Durante la entrevista, manifestó que hasta el momento de la visita, el sistema no ha presentado incidencias significativas y mostró su interés en tener más formación para entender mejor el sistema y poder resolver futuros fallos.

Se ha podido constatar, por tanto, que el proyecto inicial de instalación fotovoltaica se ha consolidado y forma parte de la vida de la comunidad, mejorando las condiciones de vida de los habitantes de la aldea de Fordou. Conviene destacar la importancia de que los proyectos de estas características sean abiertos a modificaciones sucesivas e incluyan de manera constante el feedback de la contraparte local y visitas técnicas, a fin de que la instalación final se adapte a las necesidades reales y salve los posibles escollos que se puedan presentar durante el desarrollo del mismo. Si bien, la instalación realizada es pequeña y no es la primera de estas características realizada en Senegal, el proyecto aporta otros valores añadidos para su replicabilidad, como la estrecha colaboración con la contraparte local (ASER), la contratación de empresas locales, la inclusión de un programa formativo o el hecho de que la propia instalación se utilice para generar ingresos que aseguren su mantenimiento. El comité de gestión de la instalación ofrece un servicio de carga de teléfonos móviles al precio de 150 FCFA por carga, competitivo frente a los 200 FCFA que cuesta en el pueblo cercano de Ranerou, capital del departamento. Los importes recaudados se dedican al mantenimiento de la instalación.



IMÁGENES 6 Y 7. VISTA EXTERIOR DEL AULA CONSTRUIDA EN FORDOU Y ENTREVISTA AL TÉCNICO DE MANTENIMIENTO. VISITA DE SEGUIMIENTO DEL PROYECTO. OCTUBRE DE 2011.

3. PROYECTO MACSEN -PV. PROMOCIÓN DE SISTEMAS DE ENERGÍAS RENOVABLES PARA CONEXIÓN A RED EN TENERIFE Y SENEGAL



El proyecto MACSEN -PV, enmarcado en el Programa Europeo PCT-MAC 2007-2013, se concibe como una plataforma para la cooperación técnica entre Tenerife y Senegal en el ámbito de la integración de las energías renovables en el abastecimiento eléctrico. Su principal objetivo es el de mejorar las capacidades de las autoridades públicas locales y de los técnicos locales para apoyar la implementación de las energías renovables como parte del suministro eléctrico en estas regiones. El principal resultado previsto será el establecimiento de nuevas leyes y planes energéticos que contribuirán al desarrollo socioeconómico de las regiones participantes, reduciendo su dependencia energética del exterior y de combustibles fósiles, y fortaleciendo sus respectivas redes eléctricas. Asimismo, el proyecto contribuirá a la preparación y capacitación del capital humano local para suministrar, diseñar, instalar y mantener este tipo de instalaciones; y servirá de ejemplo a otras regiones vecinas (replicabilidad). Como resultando tangible, se habrá dotado de un sistema FV de 3 kWp para conexión a red al CERER (Dakar).



IMAGEN 8. REUNIÓN DE TRABAJO DE LOS SOCIOS DEL PROYECTO MACSEN-PV EN LA SEDE DE LA ASER. DAKAR. OCTUBRE DE 2010.

El ITER lidera este proyecto, en el que las siguientes entidades participan como socias: AIET (Agencia Insular de Energía de Tenerife); ASER (Agencia Senegalesa de Electrificación Rural) y CERER (Centro de Estudios e Investigación sobre las Energías Renovables). El proyecto comenzó en octubre de 2010 y finalizará en diciembre de 2012.

Aun cuando estamos hablando de dos regiones distintas, las características de los sistemas eléctricos de Canarias y Senegal presentan ciertas similitudes en cuanto a su aislamiento y dependencia del exterior, hecho que les confiere una gran vulnerabilidad ante subidas de precios o ante problemas de suministro.

El proyecto se divide en fases secuenciales que permiten controlar la evolución del mismo y posibilitan su gestión:

1. Análisis del entorno. Elaboración de distintos estudios encaminados a la definición de las principales necesidades o problemas existentes en el campo de la integración a red de sistemas de energías renovables y posibles alternativas para afrontarlos. Estos estudios servirán de punto de partida para las siguientes fases del proyecto.
2. Fortalecimiento de las capacidades de las instituciones públicas competentes en el establecimiento de un marco legislativo favorable para dicha integración.
3. Fortalecimiento de las capacidades del capital humano local, mediante la transferencia de conocimientos hacia las entidades formativas de las regiones participantes.
4. Instalación piloto de un sistema de energía fotovoltaica conectada a red de 3 kWp en la sede del CERER en Dakar. Este sistema se usará

como punto de partida para el fomento de la futura integración de sistemas distribuidos en la red eléctrica senegalesa, que apunta a ser la solución para el modelo senegalés basado en minirredes aisladas. Pero la instalación servirá además como plataforma de demostración y realización de prácticas para los técnicos locales.

El proyecto contempla asimismo el establecimiento de lazos estables de cooperación técnica entre los socios y la realización de actividades de difusión dirigidas a amplificar su impacto y su replicabilidad.

Los informes técnicos que han sido elaborados de forma conjunta por los socios participantes (ITER, AIET, ASER y CERER) han permitido identificar la disponibilidad de recursos, las previsiones de crecimiento de la demanda energética, la legislación existente, las principales necesidades del mercado eléctrico y las carencias formativas existentes en la materia en las regiones participantes. Los informes están disponibles para su descarga en la página web del proyecto en español y francés.

En base a las conclusiones de dichos informes previos, se han elaborado diversos materiales y herramientas dirigidos a técnicos de las instituciones públicas competentes y a docentes. En concreto, se ha elaborado una *Guía sobre integración de energías renovables en el suministro eléctrico y aplicaciones aisladas para el gestor público* y diversos "Materiales de apoyo para el profesorado de Secundaria y Universidad". Estos materiales han sido distribuidos específicamente entre los beneficiarios de las acciones durante la celebración de los Seminarios Técnicos del proyecto, celebrados tanto en Tenerife como en Senegal. No obstante, están disponibles para su descarga en español y francés en la página web del proyecto. Por otra parte, se ha habilitado una Oficina *on line* de Asesoramiento en la página web del proyecto, en la que se puede acceder a documentación, enlaces y herramientas de interés relacionadas con la planificación energética, la docencia y las oportunidades de formación y empleo en el sector.

El proyecto culmina con la puesta en marcha de una instalación fotovoltaica de 3 kWp conectada a red en la sede del CERER, en Dakar, cuya inauguración está prevista para el mes de diciembre de 2012, contando con la presencia de autoridades del Gobierno senegalés y de

la isla de Tenerife. Dicha instalación fotovoltaica representa un hito en el desarrollo de las energías renovables en Senegal, ya que se trata de la primera instalación que será conectada a la red convencional de electricidad senegalesa. Este sistema se usará como punto de partida para el fomento de la futura integración de sistemas distribuidos de origen renovable en la red eléctrica senegalesa, que apunta a ser la solución para el modelo senegalés basado en minirredes aisladas. Además, la instalación servirá como plataforma de demostración y realización de prácticas para los técnicos locales, a través del CERER. Por este motivo, su diseño ha sido adaptado por el ITER específicamente teniendo en cuenta las peculiaridades de la red senegalesa y de forma que maximice su uso demostrativo y educativo.

Para la publicación de las principales novedades y resultados del proyecto, así como para interactuar con aquellas personas o entidades interesadas en este, se han habilitado las siguientes vías: página web (<http://macsen-pv.iter.es>), página en Facebook (www.facebook.com/MacsenPV) y e-mail (macsenpv@iter.es).

AUTORA

Mónica Alonso López. Directora de la Agencia de Energía de Tenerife y Consultora externa en el ITER.

www.agenenergia.org
www.iter.es

TERCERA PARTE
MERCADOS, NEGOCIOS
Y MECANISMOS DE FINANCIACIÓN
DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES

MERCADO DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES PARA LA ELECTRIFICACIÓN RURAL

POTENCIAL DEL MERCADO, MODELOS DE MERCADO PROBADOS Y RETOS ACTUALES PARA LA ELECTRIFICACIÓN SOSTENIBLE DE COMUNIDADES RURALES EN PAÍSES EN VÍAS DE DESARROLLO

SIMON ROLLAND
ARE

RESUMEN

Una quinta parte de la población mundial carece de acceso a electricidad; tan solo en África hay 500 millones. Para estas personas, las energías renovables (EERR) suponen soluciones excepcionales, especialmente ahora que los precios de las energías convencionales, cada vez mayores, son una carga tanto para los usuarios finales y locales como para los gobiernos. La idea predominante de que estos proyectos de EERR no son rentables en países en vías de desarrollo es errónea y debe cambiarse. Ya hay un gran número de modelos de negocio que han demostrado con éxito la viabilidad económica de las tecnologías de EERR en estos países. Lamentablemente, todavía se está lejos de desarrollar todo su potencial y, por tanto, quedan muchos retos por superar.

La región de la Comunidad Económica de Estados de África Occidental (CEDEAO) ofrece condiciones muy favorables para la aplicación de EERR como, por ejemplo, proyectos de energía solar, hidráulica y eólica. Los sistemas de energía solar en hogares ya están bastante desarrollados en la región, mientras que algunas formas híbridas de generación de electricidad suponen opciones reales para la población

autóctona. Todavía quedan escollos por superar como la falta de financiación, la mala regulación o el apoyo insuficiente de la comunidad. No obstante, si se enfrentan de la manera apropiada, estos retos podrán ser superados y las comunidades locales podrán disfrutar de electricidad, haciendo que el sector privado invierta de manera más activa en estos mercados rentables.

Palabras clave: electrificación rural, renovables, sistemas aislados, África, CEDEAO, solar, eólica, hidráulica, Alianza para la Electrificación Rural, desarrollo de capacidades.

1. INTRODUCCIÓN

Los beneficios de la tecnología se pueden dar de muchas maneras, y para un pueblo de una isla pequeña en un país pequeño implicó disfrutar de sus primeras 24 horas de electricidad el 9 de febrero de 2012.

El pueblo de Monte Trigo está en la zona más al oeste a la que se puede llegar en África: es el pueblo situado más al Oeste de las islas más occidentales del país más occidental, Cabo Verde. Esta comunidad, de 60 familias, solo es accesible por barco y depende totalmente de la pesca y el comercio con sus pueblos vecinos. Para sus habitantes, el hielo es imprescindible para su supervivencia: lo necesitan para conservar el pescado, por lo que realizan viajes constantes en barco de cinco horas (por trayecto) a São Vicente, la isla principal más cercana, para comprar hielo. Este proceso es demasiado ineficiente y causa una gran pérdida de tiempo que podría ser invertido en otras actividades económicas o sociales.

La dependencia del gasóleo fue convirtiéndose en una carga cada vez mayor para esta frágil economía, por lo que en la comunidad fue primordial conseguir una fuente de energía fiable, asequible y limpia. Parecía que la instalación de un sistema solar aislado podría cubrir esa necesidad.

Las entidades locales se pusieron de acuerdo y, con el apoyo del Fondo ACP-UE para la Energía, se instaló una microplanta de energía fotovoltaica con capacidad de producir unos 74 kWh al día. Desde

entonces se están perfilando grandes cambios en la vida de esta comunidad: un usuario ha comprado su primera nevera (de categoría energética A+) y los trabajadores autóctonos transportaron una máquina soldadora de un pueblo cercano para arreglar una estructura defectuosa. Era la primera vez que los habitantes podían utilizar ese tipo de herramientas en el pueblo. Por último, se espera que, con la generación de energía solar, se mejoren las actividades comerciales sobre las que se basa la economía de esta zona gracias a la compra de dos máquinas de hielo, con capacidad de producción de hasta 500 kg diarios.

Hasta el momento de la instalación de la microplanta de energía fotovoltaica, estas 60 familias eran solo una pequeña parte de los 1.400 millones de personas en el mundo que no tienen acceso a la electricidad, de las cuales un 85% vive en zonas rurales de países en vías de desarrollo. Tan solo en la CEDEAO, el número de habitantes sin acceso a la electricidad es de casi 200 millones. Pueblos como Monte Trigo están demostrando el gran potencial de las energías renovables aisladas en países en vías de desarrollo en general, y en la región de la CEDEAO en particular. Además, nos muestran por qué las cualidades técnicas, la fiabilidad y la flexibilidad de estos sistemas aislados de generación con energías renovables funcionan tan bien en casos como estos.

2. SISTEMAS AISLADOS DE GENERACIÓN CON ENERGÍAS RENOVABLES EN PAÍSES EN VÍAS DE DESARROLLO

Hay tres enfoques básicos para llevar la energía a zonas remotas. El primero es sencillamente extender la red eléctrica nacional, aunque esta es, como mucho, una esperanza a largo plazo para muchas regiones de países en desarrollo. Las empresas de servicios públicos nacionales suelen tener dificultades para estabilizar su red eléctrica y se concentran en la demanda de poblaciones crecientes en centros urbanos. La costosa extensión hacia zonas rurales es la última de las prioridades, especialmente en regiones con terrenos difíciles de atravesar, por lo que los costes aumentan considerablemente. La extensión de la red eléctrica puede, por ejemplo, costar hasta unos 15.960 \$ en Senegal o 19.070 \$ en Mali.

El segundo enfoque se basa en tecnologías autónomas aisladas. La naturaleza dispersa de los asentamientos rurales es de hecho un escenario ideal para poner en práctica estas soluciones, especialmente con fuentes de energía renovable que suelen ser más baratas que las opciones tradicionales en las localidades remotas. Los pequeños sistemas de energía renovable en hogares, diseñados para proveer de energía a cada casa, son una solución relativamente accesible para personas con pocos ingresos y resultan fáciles de mantener.

El potencial de los sistemas pico fotovoltaicos y sistemas fotovoltaicos domésticos (SFD) es especialmente destacable. Estos pequeños sistemas suelen entrar en la capacidad económica de la mayoría de habitantes de zonas rurales de los países en vías de desarrollo, y ofrecen soluciones inmediatas y asequibles para estas comunidades. Además, si no son asequibles para los usuarios, modelos de negocio maduros (basados principalmente en microcréditos y pagos por servicio) han sido desarrollados para favorecer su acceso. Por eso, países como Senegal y Mali, los cuales disponen de unas condiciones naturales excepcionales existentes en toda la región de la CEDEAO, se benefician de estas tecnologías a través de planes basados en concesiones y pagos por servicio para aumentar el acceso a la energía.

En Mali, la Agencia para el Desarrollo de la Energía en Hogares y Electrificación Rural (AMADER), junto con el Centro Nacional para la Energía Solar y Renovable (CNSOLER), trabaja en la instalación de sistemas solares en hogares del país. Su objetivo es ofrecer casi 700 sistemas solares para fines comunitarios e institucionales, y más de 11.000 sistemas solares para hogares. En total 70.000 personas tendrán acceso a la electricidad en 2015.

La Fundación para Servicios Energéticos Rurales (FRES, Foundation for Rural Energy Services), uno de los operadores privados que gestiona una concesión en ese mismo país, también aplica soluciones de energía solar para electrificar comunidades remotas. En el año 2012 se han instalado y gestionado 85 kWp de sistemas solares en hogares y suministrado energía a más de 4.000 personas. Para su proyecto, FRES aplica el modelo de pago por servicio, es decir, los usuarios pagan mensualmente por la energía consumida, con un coste equivalente a la fuente de energía local convencional, como velas y queroseno. Los sistemas instalados son propiedad de FRES, por lo que el



FIGURA 1. OPCIONES DE SISTEMAS AISLADOS: COMPARACIÓN ECONÓMICA DE GASÓLEO FRENTE A FOTOVOLTAICA.

FUENTE: "LAS SOLUCIONES ENERGÉTICAS EN ÁFRICA RURAL: CARTOGRAFÍA DE LOS COSTES DE ELECTRIFICACIÓN DE GENERACIÓN DISTRIBUIDA DE ENERGÍA SOLAR Y DE GASÓLEO FRENTE A LA EXTENSIÓN DE LA RED ELÉCTRICA". JRC 2011

usuario final tiene una inversión inicial muy baja y la organización garantiza el mantenimiento y el buen funcionamiento del sistema. La tarifa inicial mensual estaba entre 12 € y 20 €, pero tras recibir la ayuda de AMADER, este coste se redujo de forma importante.

El tercer enfoque para la electrificación rural es instalar y gestionar minirredes eléctricas alimentadas por una planta de energía centralizada o por sistemas de distribución, de manera que puedan dar electricidad tanto a los aparatos domésticos como a los negocios locales.

Estas pueden ser alimentadas con combustible fósil (gasóleo, normalmente), por EERR o por recursos híbridos. El gasóleo es el más extendido en uso por la idea arraigada, y a veces equivocada, de que es una opción más barata. Sin embargo, con un modelo de negocio sensato que aborde las principales barreras (el coste de inversión inicial, el mantenimiento a largo plazo del sistema y una intensa capacitación profesional), las EERR y las minirredes híbridas

podrían ser fácilmente una solución para cientos de miles de pueblos y comunidades de todo el mundo. En África Oriental ya existen varios ejemplos de este tipo de desarrollo. INENSUS, una compañía con base en Alemania, ha provisto de electricidad a más de 160 hogares en Senegal aplicando un enfoque totalmente dirigido al comercio (y aún así sostenible). Con su modelo de Economía de Microalimentación, la compañía, junto con la Agencia Alemana de Cooperación al Desarrollo (GIZ), ha instalado sistemas híbridos eólico-solar-diésel y ha dado energía a más de 2.000 personas en los dos primeros pueblos pilotos. Durante los próximos años, INENSUS pretende suministrar energía a 100 pueblos de Senegal aplicando el mismo concepto.

En general, las EERR y las minirredes híbridas ofrecen una solución perfecta para reducir el coste de los muchos generadores diésel que existen en la región de la CEDEAO. La simple unión de energías renovables con las minirredes diésel existentes puede ayudar a reducir de forma importante las facturas de gasóleo de muchas comunidades locales, y, a un nivel más global, de países que, a menudo, subvencionan un gran porcentaje de gasóleo, mientras olvidan realizar ciertas inversiones de infraestructura importantes. En 2010, los países en vía de desarrollo recibieron 409.000 MUS\$ en ayudas para el consumo de combustibles fósiles, de los cuales solo el 8% llegó al 20% de los países más pobres. En 2012, se prevé que estas subvenciones alcancen los 630.000 MUS\$ (Oil Change International, 2012). Por ejemplo, en Nigeria, la capacidad instalada de las minirredes diésel es mayor que la capacidad nacional de la red eléctrica, y se presentan estas mismas tendencias (importantes en cualquier tamaño de sistema) en muchos países, demostrando una vez más la relevancia de la hibridación de las minirredes.

Además de la energía solar, hay otra tecnología muy extendida en los mercados en desarrollo: la energía minihidráulica, especialmente importante en áreas con abundantes recursos hídricos como el Sudeste Asiático o algunas zonas de África Subsahariana. El Este, Sur o Centro de África tienen el mayor potencial para minirredes de energía hidráulica del continente, pero algunos países como Nigeria o Ghana también tienen grandes posibilidades dentro de este sector. Hace algunos años, solo en Nigeria había potencial para 300 nuevas

plantas que supondrían más de 734 MW. En 2011, la capacidad total de los proyectos hidráulicos a pequeña escala planeados en la región de la CEDEAO era de unos 82 MW. En comparación con otras tecnologías, se podría requerir una inversión inicial relativamente alta; sin embargo, esta electricidad se genera a un precio muy competitivo.

La energía eólica a pequeña escala, una tecnología que permanece relativamente desconocida en estas regiones, supone otra opción interesante para África. Según un informe reciente publicado por Pike Research, se prevé un crecimiento de más del doble del mercado global para tecnologías de energía eólica a pequeña escala entre 2010 y 2015, y gran parte de esta expansión ocurrirá en mercados emergentes y en desarrollo. A pesar de que la baja velocidad del viento de la zona de África Occidental no permite instalar turbinas eólicas en toda la región, sí hay algunas ubicaciones favorables. Además, la energía eólica de pequeña potencia funciona muy bien en sistemas híbridos en los que se puede, por ejemplo, combinar con gasóleo o energía solar de forma que hay aún más posibilidades en cuanto a diseño y aplicación. Por ejemplo, la compañía Sun and Wind Factory, miembro neerlandés de AER, instaló recientemente un sistema híbrido eólico-solar que alimenta un grupo de bombeo de agua y la instalación eléctrica en un orfanato de Gambia. Se instaló una turbina eólica con una capacidad de 1,5 kW junto con el sistema de energía solar.

Además de la flexibilidad que aportan estas tecnologías para adaptarse a diferentes condiciones sociales, económicas y geográficas, también benefician a las comunidades locales a muchos otros niveles, mejorando la salud, el entorno local, la igualdad de sexos, y por supuesto, el crecimiento económico. A pesar de que estas tecnologías sean lo suficientemente maduras para enfrentarse a los retos de la electrificación, entrañan la dificultad de atraer actores privados e inversores que serán imprescindibles para ampliar estos esfuerzos. La mayoría de las empresas privadas muestran grandes reservas a la hora de introducirse en estos mercados, y las razones para ello pueden variar desde la previsión de un margen de beneficios muy limitado, hasta estereotipos parcialmente ciertos en cuanto al entorno empresarial o político de estos países.

3. NO SOLO NO ES CARIDAD, SINO UN MERCADO RENTABLE

La Agencia Internacional de la Energía (AIE) que no ha sido siempre una de las mayores defensoras de las EERR a pequeña escala, confirmó recientemente el potencial de los mercados de energías renovables aisladas y minirredes publicando cifras alentadoras. Según esta agencia, para alcanzar un acceso universal a la energía en 2030, se necesitará generar 949 TWh más en los mercados emergentes y en desarrollo. De esta cantidad, un 42% (399 TWh) deberá ser generada por minirredes y el 18% (171 TWh) por sistemas aislados de la red eléctrica. Es verdad que estas cifras no hacen más que subrayar el potencial, pero también son una fuerte llamada de atención por parte de una de las voces más influyentes en cuanto a temas de energía. En esa línea, el ECREEE (Centro para las Energías Renovables y la Eficiencia Energética de la CEDEAO) ha identificado un impresionante potencial para las minirredes eléctricas en toda la región de la CEDEAO, una perspectiva que espera a audaces empresarios una vez que se hayan introducido los prerequisites para la inversión privada.

No es correcto pensar que la energía renovable está presente en los países en desarrollo solo por las subvenciones. La financiación pública desempeña un papel fundamental en favorecer el acceso a la energía, pero las energías renovables aisladas de la red eléctrica también existen en mercados comerciales. Varias compañías, muchas de las cuales son miembros de la Alianza para la Electrificación Rural, han desarrollado modelos de negocio con poca o ninguna ayuda y han demostrado que son rentables para todos los actores involucrados, desde el proveedor de tecnología hasta los operadores y los consumidores, incluso en la región de la CEDEAO.

La capacidad económica del usuario final para pagar servicios de EERR en África suele considerarse como uno de los mayores frenos al desarrollo de estas energías. No obstante, en muchos países, los sistemas fotovoltaicos domésticos o pico fotovoltaicos se suelen pagar en efectivo o se compensan mediante el apoyo de los microcréditos a corto plazo. Estos modelos de negocio (microcréditos, pago por servicio y otros) permiten hacer frente al pago de tecnologías EERR a muchas personas de países en vías de desarrollo a pesar de las barreras iniciales de financiación.

Estos esquemas han sido desarrollados para ayudar a que los individuos tengan acceso a estas tecnologías tan sostenibles y económicas. En Kenia, el plazo de devolución del pago de un pequeño sistema fotovoltaico, que conste de un panel solar, una lámpara y un cargador de móvil, es solo de unos meses, ya que este tipo de sistema cuesta unos 18\$. Los habitantes ya gastan unos 2\$ a la semana en cargar sus teléfonos y comprar queroseno para la luz. De igual forma, un enfoque dirigido al pago por servicio como el que usa FRES en Mali permite que el cliente pague aproximadamente la misma cantidad mensual que gastaría en queroseno y velas.

4. MODELOS DE NEGOCIO A MEDIDA (PERO REPLICABLES)

Encontrar el modelo de negocio que permita al usuario final permitirse el coste de la electricidad y que sea rentable para la compañía, será la clave durante el proceso de electrificación de los países en vías de desarrollo. El sector privado, los gobiernos y las ONG lo han admitido y, por tanto, cada vez se prueban más modelos de negocio innovadores, alguno de ellos de eficacia ya demostrada.

El modelo de negocio más apropiado depende en gran parte de la tecnología y la fuente de energía que se utilice. No hay una solución única para todos los casos. No obstante, sí hay ciertas características comunes que se pueden replicar y aplicar en casos particulares.

En el caso de los sistemas solares en hogares, tal como se ha explicado anteriormente, se están utilizando dos modelos de negocio principales para financiar los proyectos de EERR: la microfinanciación y el microarrendamiento. La microfinanciación es conocida por dos enfoques diferentes: el modelo *One-Hand* (Bangladesh/modelo Grameen Shakti) y el modelo *Two-Hand* (Sri Lanka/modelo SEEDS). Los modelos de microarrendamiento, como el pago por servicio y el arrendamiento/contratación, suelen estar dirigidos por los proveedores del servicio y, en este caso, el proveedor de energía posee todo el sistema y solo ofrece el servicio, incluyendo mantenimiento y la garantía de calidad. Esto se distingue del enfoque de microfinanciación, en el que el cliente obtiene finalmente los derechos sobre el

sistema tras el periodo de amortización. En el caso del modelo de arrendamiento/contratación, el arrendador sigue siendo dueño del sistema y, por tanto, seguirá siendo responsable de su mantenimiento y reparación.

En lo que respecta a las minirredes, existen otros muchos modelos de negocios que se han aplicado con éxito en distintos continentes, incluso en África. Si por ejemplo, la minirred deseada en un área aislada no consigue atraer el interés del sector privado o empresas de servicios públicos, se puede aplicar un modelo basado en la comunidad. En este caso, la comunidad será dueña y operadora del sistema, cubriendo el mantenimiento, recibiendo los pagos y siendo la responsable de los servicios de gestión.

Otros tipos de modelo están basados en el sector privado, en las empresas de servicios públicos o en modelos híbridos. Así, se pueden combinar diferentes estructuras de propiedad, como sociedades público-privadas, o colaboraciones con la comunidad local. En esta última se ofrecen soluciones específicas y adaptadas a la zona. Son más difíciles de aplicar pero son más beneficiosas a largo plazo en muchos casos.

El uso cada vez mayor de estos modelos de negocio conlleva un claro aumento de empresas privadas en los mercados de energías renovables de países en vías de desarrollo.

5. OTROS OBSTÁCULOS

Las soluciones tecnológicas están preparadas. Con un modelo de negocio adecuado los consumidores pueden pagarlo, por tanto, ¿por qué no están más extendidas estas tecnologías en los países en vías de desarrollo?

A pesar de la mayor capacidad instalada de sistemas aislados, se prevé que la situación general de África empeore (el rápido crecimiento de la población le está ganando la carrera a los pequeños avances en los índices de electrificación) si los obstáculos que existen en las zonas rurales no se enfocan de manera apropiada. En primer lugar, los países en vías de desarrollo sufren de falta de formación e información sobre las EERR a todos los niveles. Los gobiernos locales

y nacionales aún no confían en las tecnologías renovables, y los bancos y agencias de crédito no alcanzan a comprender completamente las estructuras financieras específicas de las tecnologías de EERR (altos costes iniciales, bajos costes operativos y de mantenimiento = mayor rendimiento de la inversión).

En segundo lugar, las políticas energéticas a menudo tienen poca visión de futuro y suelen ser poco claras en muchos países. En el sector de la electrificación rural, donde el enfoque programático tiene tanta influencia (por ejemplo, en zonas donde las minirredes o los sistemas aislados deberían haber sido prioritarios), una estabilidad y visión a largo plazo es clave a la hora de tomar decisiones de inversión. Además, quienes toman esas decisiones todavía suelen prestar mucha atención a los costes a corto plazo y a la oferta, en lugar de a los beneficios a largo plazo de las tecnologías limpias y más baratas. Como consecuencia, la mayoría de las inversiones energéticas siguen inclinándose por la extensión de la red eléctrica, electrificación urbana, grandes plantas hidráulicas, de gas o carbón, y, por supuesto, hacia la subvención del gasóleo.

Para estas barreras hay soluciones claras: estrategias para la electrificación rural a largo plazo disponibles al público, regulación flexible y estandarizada para fomentar el desarrollo de los proyectos y un apoyo de toda la industria de estándares de calidad, que garanticen la confianza en estas tecnologías. Todavía son escasas las políticas adecuadas para el apoyo de proyectos de EERR y no se aplican muy a menudo. Tal como ocurre en otros sectores económicos, la incertidumbre tiende a retrasar proyectos, especialmente en un sector en el que las inversiones tendrán sus frutos a largo plazo.

Además, la cuestión de la financiación debe dirigirse a aumentar la generación de electricidad a partir de fuentes de EERR. Más allá de las microfinanzas, el financiamiento al emprendedor (deuda o capital) sigue siendo el segmento financiero más importante (y el más difícil) para impulsar el desarrollo del mercado. El acceso a una financiación asequible, junto con modelos de negocio sólidos y replicables para asegurar la sostenibilidad del proyecto, son los impulsores económicos clave de la electrificación rural. El desarrollo de capacidades en el sector bancario, además de instrumentos de soporte como esquemas de garantía de riesgo, serán, por tanto, primordiales para garantizar el mayor acceso a la financiación a nivel local.

Por último, se debe admitir que la electrificación rural por sí sola no lleva a la eliminación de la pobreza y al desarrollo completo de los países. De hecho, si la electrificación rural fuera un prerequisite absoluto para el crecimiento económico y el desarrollo sostenible, debería ser contemplado sobre todo como una herramienta para conseguirlo. Tan solo el crecimiento económico hará que la electrificación rural sea realmente sostenible y viceversa. Por tanto, la electrificación rural debería integrarse siempre en una perspectiva más amplia del desarrollo rural construido y con acceso a la electricidad.

6. UN GESTO POLÍTICO Y LA COOPERACIÓN GLOBAL

Sí, una de las lecciones más importantes aprendidas desde que surgieron las tecnologías renovables en los años setenta es que el acceso a la energía por sí mismo no es suficiente para alcanzar el desarrollo y progreso global. Sin embargo, es un paso fundamental e inevitable hacia el cambio social, económico y medioambiental, la lucha contra las enfermedades, la alfabetización, el reconocimiento de la mujer y la mejora de condiciones de vida básicas.

Los proyectos aplicados en África, Asia y Latinoamérica pueden ser rentables y mejorar al mismo tiempo la vida de millones de personas que viven en estas regiones y están luchando por un futuro mejor. Tal como dijo el Secretario General de la ONU: "No nos quedemos quietos maldiciendo la oscuridad. Eliminémosla, y demos así oportunidades y esperanzas a todos".

AUTOR

Simon Rolland. Secretario general, Alianza para la Electrificación Rural (ARE).

www.ruralelec.org

LA FINANCIACIÓN DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES EN LA CEDEAO: SITUACIÓN ACTUAL Y RETOS PARA EL FUTURO

PUNJANIT LEAGNAVAR
UNEP

RESUMEN

Este artículo presenta una visión general de la financiación de las energías renovables en la Comunidad Económica de los Estados de África del Oeste (CEDEAO). Actualmente, la falta de datos disponibles supone un freno a la inversión privada en la región, ya que puede afectar a la confianza del inversor y aumentar la percepción de riesgo. Esta es una barrera que la región debe superar para dirigir y aumentar la inversión financiera en tecnologías renovables.

Palabras clave: finanzas, CEDEAO, energías renovables, políticas.

1. PERFIL DE LA REGIÓN DE LA CEDEAO: INVERSIÓN FINANCIERA EN ENERGÍA RENOVABLE

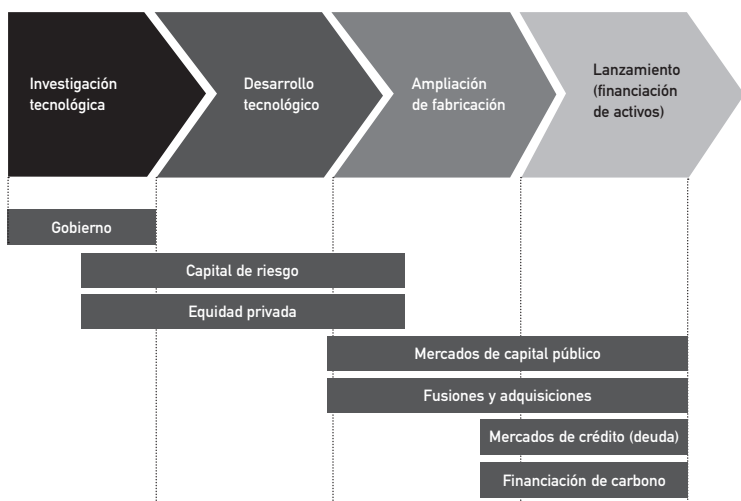
La oferta de energía renovable en los países de la CEDEAO brinda la oportunidad de no solo reducir el cambio climático, sino de favorecer el desarrollo local socioeconómico. A pesar de que la subregión cuenta con una disponibilidad de recursos considerables para muchas fuentes renovables, en particular, para la bioenergía, la solar y la

eólica, aún existen barreras importantes a los mercados autosostenidos de energía renovable.

La subregión se enfrenta a un gran reto para alcanzar la capacidad de generación necesaria actual y futura, con una diferencia entre oferta y demanda superior al 40%. Este hecho se suma con las barreras específicas a la inversión, especialmente importantes en la subregión, entre ellas la falta de competitividad a nivel de costes de las tecnologías limpias, la falta de orientaciones políticas y la falta de información disponible sobre las energías renovables para los inversores. [1].

FIGURA 1

FLUJO DE FINANCIACIÓN DE ENERGÍA RENOVABLE (UNEP, 2011)



Para identificar y ofrecer la oportunidad a la energía renovable, apoyando así los Objetivos del Milenio y allanando el camino hacia la economía verde, se necesita una inversión financiera crítica a lo largo del esquema de financiación de la energía renovable. Este capítulo explicará brevemente cuál es la visión general de la inversión financiera en la subregión de la CEDEAO y presentará soluciones aplicables para garantizar futuras inversiones.

Tradicionalmente, la infraestructura energética en la subregión ha sido financiada a través de la financiación pública. No obstante, las tendencias nos muestran que esta situación está variando cada vez más

con la creciente financiación privada de numerosas iniciativas de infraestructura energética. Sigue existiendo la imperiosa necesidad de enfocar la incertidumbre y el riesgo asociado que perciben los inversores potenciales en cuanto a energías renovables. Para fomentar estas tendencias de inversión, la región africana ha desarrollado una guía sobre el marco financiero del sector en la región. Este marco, definido por el Banco Africano de Desarrollo, ha señalado los principales objetivos para una plataforma de inversión en energías limpias [2]:

- Acelerar la reducción de vulnerabilidad y pobreza energética aumentando el acceso a fuentes de energía baratas y fiables para hogares y operadores económicos pequeños.
- Facilitar altos índices sostenibles de crecimiento económico, dando a los operadores del sector de producción unas fuentes de energía con precios realistas.
- Contribuir a la seguridad energética a nivel mundial, mediante el apoyo a las exportaciones importantes de recursos energéticos al resto del planeta, aumentando la autosuficiencia de los países africanos y reforzando la interdependencia regional en cuanto a productos y servicios energéticos.
- Promover el desarrollo limpio y contribuir a la reducción de las emisiones globales, mejorando continuamente la eficacia energética del lado de la oferta, y promoviendo la cultura del ahorro en el lado de la demanda, aumentando la contribución a las fuentes de energía renovables y poniendo mucha atención al entorno medioambiental y social de la producción de energía.

La literatura muestra que aunque existe información sobre inversión financiera en el sector de las energías renovables en la región africana, es muy difícil obtener datos a nivel regional y estatal. Esta falta de información supone un freno a la inversión privada de la región, puesto que puede afectar la confianza del inversor y aumentar la percepción de riesgo. A pesar de que las cifras de África Occidental son difíciles de cuantificar, la inversión total de toda la región africana en 2010 fue de aproximadamente \$3,6 mil millones. Entre todas las regiones en vías de desarrollo, África obtuvo el mayor crecimiento en energías renovables (excluyendo China, India y Brasil). En toda la región, el total

invertido aumentó un 384% en los años 2009 y 2010. Esta cifra puede ser atribuida en gran parte a las fuertes inversiones en Egipto y Kenia en tecnologías como la geotermal, solar y eólica. Entre los países de la CEDEAO, Cabo Verde alcanzó la mayor inversión en renovables en 2010, que fue de un total de \$ 0,16 mil millones en energía eólica. Los demás países obtuvieron ese mismo año menos de \$ 0,1 mil millones en inversiones [3].

TABLA 1

TENDENCIAS EN INVERSIÓN EN ENERGÍAS RENOVABLES EN ÁFRICA (EN MILES DE MILLONES DE DÓLARES)

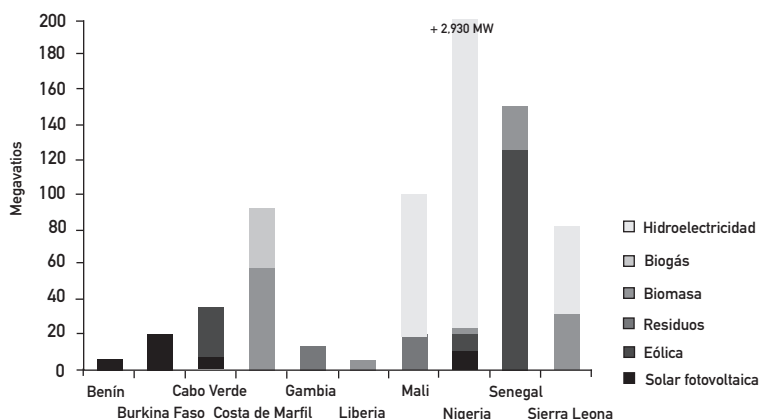
2005	2006	2007	2008	2009	2010
0.1	0.6	0.7	1.1	0.7	3.6

2. INVERSIÓN EN TECNOLOGÍAS

Las inversiones se diferencian por tipos de inversión y tipos de energía renovable. En la subregión de la CEDEAO, las inversiones financieras se concentraron en tecnologías limpias específicas, especialmente en solar, eólica y bioenergía. La siguiente tabla nos muestra a gran escala los proyectos de energía renovable financiados tanto por el gobierno como por el sector privado, que fueron llevados a cabo en países de la CEDEAO. La mayoría de la inversión en energía limpia se dirigió a tecnologías basadas en bioenergía, como la biomasa y proyectos de producción de energía a partir de residuos.

Los datos aquí presentados no son exhaustivos y reflejan tan solo una parte de los proyectos de inversión a gran escala en la subregión. En los países de la CEDEAO sigue presente la complementación de estas inversiones, con otras de generación distribuida a pequeña escala y descentralizadas (menos de 1 MW). Aunque es difícil obtener cifras reales, se puede suponer que las inversiones subregionales siguieron la tendencia al alza en los mercados mundiales. Con un aumento global del 91% en 2010, la energía distribuida a pequeña escala supuso el equivalente a \$60 mil millones en costes, lo que cubre el 25% de la inversión global total en energías renovables.

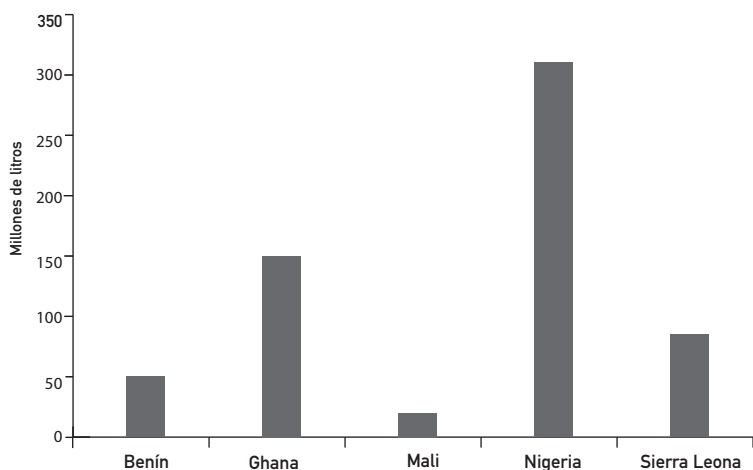
FIGURA 2

INVERSIÓN FINANCIERA EN PROYECTOS DE ENERGÍA RENOVABLE EN LOS PAÍSES DE LA CEDEAO (FINANCIACIÓN ESTATAL Y PRIVADA)


**Los datos presentados se refieren a los años 2008 a 2012. La información de los proyectos se debe considerar como una mera indicación. Se refiere a la tendencia general de recursos disponibles y no prejuzga la viabilidad de proyectos individuales. No se encontró información sobre Guinea, Guinea-Bissau y Togo.

ADAPTADO DE: AGENCIA INTERNACIONAL DE ENERGÍA RENOVABLE. 2011.
PERFILES DE PAÍSES AFRICANOS DE ENERGÍA RENOVABLE.

FIGURA 3

INVERSIÓN FINANCIERA EN BIODIÉSEL EN LOS PAÍSES DE LA CEDEAO (CAPACIDAD ANUAL ADICIONAL)


ADAPTADO DE: AGENCIA INTERNACIONAL DE ENERGÍAS RENOVABLES. 2011. PERFILES DE PAÍSES AFRICANOS DE ENERGÍA RENOVABLE.

3. LAS BARRERAS A LA INVERSIÓN

Se deben superar las barreras a la financiación para poder fomentar un clima de inversión en renovables. Algunos de los impedimentos que sufre la región de la CEDEAO son: falta de expertos tecnológicos locales cualificados, débiles estructuras institucionales en áreas rurales y periurbanas, falta de objetivos/incentivos nacionales para las energías renovables y una alta percepción de riesgo debido a las incertidumbres sobre los beneficios de invertir en energías renovables en la CEDEAO. Una razón importante de esa incertidumbre, que debe ser abordada urgentemente, es la falta de datos disponibles sobre estas energías en la subregión. Esta información podría ayudar a la definición de prioridades inversoras para los gobiernos. Además, puede aumentar la confianza de los inversores, dado que ayuda a elaborar tendencias y perspectivas del mercado actual de las renovables en los diferentes países de la CEDEAO.

4. POLÍTICAS IMPULSORAS DE INVERSIÓN

Los factores clave que determinan el nivel de inversión son la regulación, las políticas y los incentivos. Para impulsar más la inversión privada en los países de la CEDEAO, hay que alcanzar ciertos objetivos críticos, que requerirán la implicación de gobiernos y políticos:

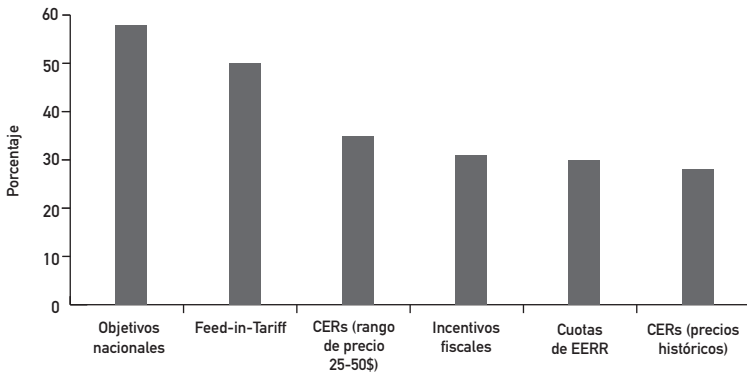
- Llegar a la igualdad de condiciones en cuanto a beneficios entre las tecnologías de energía renovable innovadoras y las convencionales basadas en combustibles fósiles.
- Facilitar el acceso al mercado a los actores del sector privado en condiciones competitivas.
- Mitigar el riesgo político y de regulación en las inversiones de energías renovables, para aumentar las expectativas de beneficios de los inversores privados.

En varios países de la CEDEAO, los impulsores/incentivos han mejorado el clima de inversión y, por tanto, han aumentado también el nivel de apoyo al sector de energías renovables. Países tales como Costa

de Marfil, Camerún, Cabo Verde, Ghana, Nigeria, Mali y Senegal han desarrollado mecanismos de apoyo normativo para alcanzar objetivos de energía renovable. Ghana, por ejemplo, ha adoptado los Certificados de Energía Renovable (CER) negociables y, junto con Gambia y Mali, ha desarrollado incentivos fiscales (financiación del carbono, reducción de impuestos, etc.). Estas reformas han hecho que sea posible establecer productores de energía independientes a través de diferentes modelos de acceso a la red eléctrica y también han atraído la financiación privada a la región [4]. De acuerdo con un estudio realizado por la Iniciativa Financiera del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), los objetivos nacionales y el Feed-in-Tariff son los mecanismos más influyentes para movilizar la inversión privada. A esto le sigue las reducciones de emisiones certificadas y los incentivos en impuestos (ver la siguiente figura).

FIGURA 4

¿QUÉ TIPO DE MECANISMOS DE INCENTIVOS SON LOS MÁS PODEROSOS PARA MOVILIZAR LA FINANCIACIÓN PRIVADA DE PROYECTOS DE EERR EN PAÍSES EN VÍAS DE DESARROLLO?



La Asamblea General de la ONU, reconociendo que el acceso a la energía renovable es el precursor del desarrollo sostenible, ha lanzado la Sustainable Energy for All Initiative (Iniciativa para la Energía Sostenible para Todos), afirmando que: "el acceso a los servicios de energía baratos y modernos en los países en vías de desarrollo es esencial para lograr los objetivos de desarrollo acordados de forma internacional,

incluyendo los Objetivos del Milenio, y el desarrollo sostenible, que ayudaría a reducir la pobreza y a mejorar las condiciones y nivel de vida de la mayoría de la población mundial” [5]. Para capitalizar las oportunidades que la energía renovable puede brindar, es imperativo que los países de la CEDEAO tengan un entorno favorable a la inversión económica. Actualmente, es muy difícil obtener cifras de inversión exactas, y esta falta de información, junto con débiles políticas impulsoras de la inversión, afectan de forma importante al clima inversor general de la región. Los estudios de caso y mejores prácticas deberían ser compartidos entre los países de la CEDEAO para entender mejor qué incentivos han sido aplicados con éxito en la inversión, y hasta qué punto puede replicarse en otros países.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] GIZ. 2009. *Renewable Energies in West Africa: Regional Report on Potentials and Markets – 17 country Analyses* (Energías renovables en el Oeste de África: informe regional en mercados potenciales – análisis de 17 países). Acceso el 16 de mayo de 2011 a través de <http://www.gtzt.de/de/dokumente/gtzt2009-en-regionalreport-westafrica-gesamtpublikation.pdf>
- [2] Banco Africano de Desarrollo. 2008. *Proposals for a clean energy investment framework for Africa: Role of the African Development Bank Group* (Propuestas para un marco de inversión en energías limpias en África: papel del Grupo del Banco Africano de Desarrollo). Acceso el 15 de mayo de 2012 a través de: <http://www.afdb.org/fileadmin/uploads/afdb/Documents/Policy-Documents/10000025-EN-PROPOSALS-FOR-A-CLEAN-ENERGY-INVESTMENT-FRAMEWORK-FOR-AFRICA.PDF>
- [3] Programa Medioambiental de las Naciones Unidas. 2011. *Global Trends in Renewable Energy Investment: Analysis of Trends and Issues in the Financing of Renewable Energy* (Tendencias globales de inversión en energías renovables: análisis de tendencias y problemas en la financiación de energías renovables). 2011
- [4] Iniciativa de Financiación del Programa Medioambiental de las Naciones Unidas, 2012. *Financing renewable energy in developing countries: Drivers and barriers for private finance in sub-Saharan Africa* (Financiación de energía renovable en países en vías de desarrollo: impulsores y barreras a la financiación privada en África subsahariana).
- [5] Naciones Unidas, 2012. *Sustainable Energy for All Initiative* (Iniciativa para la Energía Sostenible para todos), 21 de mayo de 2012 en: <http://www.sustainableenergyforall.org>

AUTOR

Punjanit Leagnavar. Actualmente está trabajando con el Programa para la Reducción del Cambio Climático del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.

www.unep.org

POSIBILIDADES DE FINANCIACIÓN PARA LAS ENERGÍAS RENOVABLES EN ÁFRICA¹

BANCO AFRICANO DE DESARROLLO²
DEPARTAMENTO DE ENERGÍA, MEDIO AMBIENTE
Y CAMBIO CLIMÁTICO

RESUMEN

El sector de la energía en África se enfrenta a problemas importantes de infraestructura y a un vacío enorme de financiación. Para solucionar dichos problemas, el continente debería pasar a utilizar más sus abundantes recursos renovables, situándose en la vía sostenible que satisface las necesidades energéticas, en rápido crecimiento, de los países al tiempo que mitiga los efectos del cambio climático, de consecuencias especialmente importantes en África. Los sectores públicos de los países pueden desempeñar un papel fundamental en esta evolución, estableciendo el respaldo normativo necesario que, a su vez, atraerá a inversores privados. Tanto las asociaciones público-privadas (APPs), como los proyectos exclusivamente privados, pueden ser atraídos al sector de las energías renovables, si los gobiernos incentivan con políticas adecuadas. Los bancos de desarrollo y otros organismos multilaterales y bilaterales son fuentes esenciales de financiación, como también lo son los mecanismos de financiación climática más novedosos e innovadores, como el financiamiento de carbono, los Fondos de Inversión en el Clima (FIC), las fuentes específicas para

cada continente y el incipiente *Green Climate Fund* (Fondo Verde para el Clima). Una combinación de fondos provenientes de todas estas fuentes puede ayudar a colmar el vacío de financiación y a ampliar las energías renovables en África, lo que contribuirá a la transición del continente hacia un crecimiento más global y verde.

Palabras clave: potencial de energías renovables, movilización de recursos, política de incentivos e incentivos normativos, financiación climática, asociaciones público-privadas, crecimiento verde.

1. INTRODUCCIÓN

Los importantes resultados económicos de África en los últimos veinte años, unidos a sus previsiones de crecimiento económico, conllevan demandas energéticas en continuo aumento en todo el continente. Se ha hecho indispensable tomar medidas firmes para paliar la inseguridad energética y encaminar África en la vía de las energías sostenibles, aprovechando el inmenso potencial de energías renovables de sus países. África tiene la oportunidad de tomar un camino de bajas emisiones de carbono y energías limpias que, además de colmar su vacío energético, atrae una considerable inversión privada al sector de la energía, fomentando un crecimiento fuerte, la creación de empleo y la reducción de la pobreza en el continente.

Los problemas fundamentales a los que se enfrenta el sector energético africano son una insuficiente capacidad de producción, electrificación limitada, servicios poco fiables, altos costes y un vacío enorme de financiación. Tales problemas requieren un cambio del modelo de desarrollo del sector energético, con vistas a la utilización de los abundantes recursos renovables del continente, incluyendo el potencial hídrico —de pequeña escala a gran escala—, geotérmico, eólico y solar. Algunas de dichas fuentes de energía están bien situadas para responder a las necesidades de acceso de la vasta población rural africana, a la que solo puede accederse, a medio plazo, mediante

una combinación de red, minirred y tecnologías aisladas de la red. También pueden construirse a la escala necesaria para evitar la dependencia de sistemas energéticos a pequeña escala, costosos y basados en combustibles fósiles.

Se prevé que la adecuada financiación del desarrollo del sector energético de África Subsahariana requiera la movilización de una cantidad del orden de los 41.000 MUS\$ al año, lo que equivale al 6,4% del PIB de la región [1]. Existe un gran vacío de financiación porque, al destinarse gran parte del gasto actual al mantenimiento y funcionamiento de la infraestructura energética existente, quedan pocos fondos para sufragar inversiones a largo plazo, esenciales para paliar el déficit de acceso a la energía. Dado el considerable vacío de financiación y los costes relativamente altos de capital de las soluciones de energías limpias, habrá que considerar y respaldar un conjunto de fuentes de financiación para satisfacer la demanda actual y futura. La fórmula de financiación adecuada al proyecto dependerá de la madurez de la tecnología subyacente; así, las tecnologías más modernas, como la energía solar de concentración (CPS, por sus siglas en inglés), necesitan, generalmente, mayor financiación en condiciones favorables que tecnologías más asentadas como la hidroeléctrica.

El presente artículo señala las diferentes fuentes que pueden movilizarse para financiar proyectos de energías renovables en África. Trata el papel del sector público nacional en la preparación del terreno para la inversión en energías renovables, las oportunidades de financiación de energías renovables mediante inversiones privadas, la contribución de la Ayuda Oficial al Desarrollo (AOD) a la cofinanciación de proyectos de energías limpias y a catalizar otros recursos y otros mecanismos de financiación innovadores diseñados para obtener fondos adicionales.

2. EL PAPEL DEL SECTOR PÚBLICO NACIONAL

Los gobiernos africanos deberían jugar un papel fundamental, tanto en suministrar como en movilizar los recursos necesarios para financiar proyectos de energías renovables en el continente. Aunque las fuentes privadas desempeñan un papel cada vez más importante en la

financiación de proyectos de energías limpias, se necesitará apoyo de fuentes públicas para garantizar que los beneficios son suficientes como para atraer inversores del sector privado. A largo plazo, la movilización de recursos internos, especialmente a través de mejores políticas fiscales y del fortalecimiento de la administración tributaria, es la base de financiación más viable para gastos de desarrollo, incluyendo los relativos a energías sostenibles.

El papel fundamental del sector público nacional radica en la puesta en marcha de un marco estratégico y regulatorio adecuado, que proporcione los incentivos apropiados para inversiones a largo plazo en energías renovables. Además de cuestiones relativas a la creación de un entorno propicio, como altos niveles de estabilidad política que estimulen la inversión nacional y extranjera, en general, el sector privado se ha referido reiteradamente al establecimiento de objetivos nacionales claros de producción de energías renovables y a la introducción de Feed-in-Tariff como impulsores principales de la participación del sector privado [2]. Los gobiernos nacionales pueden cambiar las cosas, preparando el terreno mediante políticas y normativa adecuadas que permitan el aumento de las inversiones en energías renovables.

3. MOVILIZAR AL SECTOR PRIVADO

La participación del sector privado es crucial, si tenemos en cuenta la brecha actual entre las inversiones de capital que demanda el sector energético y la capacidad de financiación pública. El sector privado no solo puede aportar financiación, sino que también puede compartir conocimientos sobre las tecnologías más recientes y métodos de trabajo más eficientes. Mientras que la mayoría de la infraestructura africana, inclusive la energética, ha sido sufragada, históricamente, por el sector público, existe un interés creciente por parte del sector privado, especialmente en relación con la producción de energía.

La participación del sector privado en el sector energético puede realizarse de diferentes maneras: productores independientes de electricidad (PIEs) que suministran a la red, productores de energía que abastecen directamente a clientes industriales

e, incluso, inversiones cautivas en industrias de gran consumo energético, como el cemento o la minería. Los PIEs podrían clasificarse como asociaciones público-privadas (APPs) que, en un sentido amplio, se definen como contratos a largo plazo entre una parte privada y un organismo gubernamental, para el suministro de un bien o un servicio público, en los que la parte privada asume gran parte del riesgo y de la responsabilidad de gestión [3]. Los PIEs encajan en esta definición, dado que participan en acuerdos de compra de energía, a largo plazo, con entidades públicas, como las empresas de servicios públicos o las municipalidades. Los otros dos tipos de inversiones son transacciones puramente privadas, aunque los productores-comercializadores de energía suelen necesitar acceso a la red, generalmente, de propiedad pública.

Utilizado correctamente, la APP tiene el potencial de captar fondos de fuentes privadas. Para ello, las intervenciones deben maximizar el servicio público, al tiempo que minimizan los compromisos públicos fiscales a largo plazo. Los gobiernos deberían invertir en recursos para reforzar la capacidad transaccional de sus organismos oficiales, a fin de que puedan negociar acuerdos contractuales que reflejen un adecuado reparto de riesgos y beneficios entre los intervinientes. En el caso de las energías renovables, en especial, se requiere capacidad técnica para fijar, adecuadamente, los precios y reflejar el valor económico y financiero de los recursos naturales y medioambientales. Resulta fundamental para reforzar la confianza del inversor privado que los proyectos financiables asignen correctamente los costes y riesgos a las partes correspondientes. Ello se consigue cuando los acuerdos de concesión y compra de energía se negocian dentro de un marco transparente, dirigido por una autoridad reguladora independiente [4].

Sudáfrica, que tiene la mayor capacidad de producción instalada en el continente, proporciona un ejemplo interesante de participación del sector privado en las inversiones en energías renovables. Frente a una gran presión para satisfacer la demanda energética de los últimos diez años, el Ministerio de Energía sudafricano aprobó, en 2011, el Plan de Recursos Integrados, que establece las necesidades energéticas del país hasta 2030 y la contribución de las energías renovables a tales necesidades. El cuadro de

abajo refleja los resultados de la licitación que catalizó la participación del sector privado.

CUADRO 1

RESULTADOS DE LA LICITACIÓN EN SUDÁFRICA

CONVOCATORIAS DE LICITACIÓN	RESULTADOS DE LA LICITACIÓN	OBSERVACIONES
Primera convocatoria a finales de 2011	28 licitadores seleccionados presentan proyectos que representan un total de 1.416 MW de diferentes tecnologías, incluyendo energía solar concentrada de última generación.	Cierre de la financiación en 2012.
Segunda convocatoria a principios de 2012	79 propuestas, de las cuales 19 equivalían a 1.044 MW de capacidad, fueron seleccionadas como licitadores preferentes en mayo de 2012.	Se prevé que la financiación estará cerrada a principios de 2013. Los precios medios de licitación cayeron alrededor de un 20%, en el caso de proyectos de energía eólica y un 40% en los de fotovoltaica.

El considerable interés mostrado por actores nacionales e internacionales del sector privado —incluyendo empresas energéticas, inversores de capital privado y entidades financieras— en el programa de energías renovables sudafricano muestra el impacto de un proceso de licitación bien definido, realizado en el marco de los objetivos nacionales de energía.

4. MOVILIZACIÓN DE FINANCIACIÓN PÚBLICA MULTILATERAL Y BILATERAL

La financiación pública multilateral y bilateral puede jugar un papel importante, salvando el vacío de financiación para proyectos de energías renovables en África y actuando como catalizador para una mayor participación del sector privado.

En el ámbito de la financiación pública multilateral en África se pueden diferenciar tres tipos de instituciones multilaterales:

- Instituciones financieras internacionales y regionales, incluyendo el Banco Mundial, el Banco Africano de Desarrollo, el Banco de Desarrollo de África Occidental, el Banco Europeo de Inversiones y el Banco Europeo para la Reconstrucción y el Desarrollo (solo para el norte de África). Los bancos multilaterales de desarrollo (BMD) cuentan con la experiencia y capacidad necesarias para catalizar fondos públicos y privados para energías limpias. Además de su mandato de apoyar procesos de desarrollo liderados por los países, los bancos multilaterales de desarrollo tienen la capacidad de movilizar financiación adicional innovadora y, en condiciones favorables, facilitar el desarrollo y utilización de mecanismos de financiación en condiciones de mercado, aprovechar al máximo los recursos del sector privado, apoyar el desarrollo de nuevas tecnologías y respaldar la investigación sobre políticas y el conocimiento y el desarrollo de capacidades. Su ventaja comparativa es la capacidad de utilizar un amplio abanico de instrumentos para apoyar, simultáneamente, el desarrollo y fortalecimiento de capacidades y los marcos institucionales y reguladores, así como la financiación para inversiones. Estas instituciones, normalmente, proporcionan un conjunto de productos financieros adaptados a la energía, especialmente a las energías renovables, y, en consecuencia, están todas involucradas en dicho sector.

AUMENTA LA FINANCIACIÓN DE BMD PARA ENERGÍAS LIMPIAS

En 2010, los préstamos del Grupo Banco Mundial para proyectos y programas energéticos bajos en carbono alcanzaron el 42% de toda la financiación energética, y la financiación de proyectos y programas de energías renovables y de eficiencia energética en países en vías de desarrollo alcanzó el récord de 3.600 MUS\$.

En 2011, el Banco Africano de Desarrollo aprobó una financiación de 625 MUS\$ para energías renovables en África. Ello supone que se ha triplicado esta financiación desde 2005.

BONOS VERDES: UN NUEVO ENFOQUE NORMATIVO (ADAPTADO DEL INFORME DE POLÍTICAS DE FINANCIACIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES)

- Los bonos son un mecanismo para tomar prestado contra futuros beneficios económicos. Resultan especialmente importantes para el desarrollo de las energías renovables, en las que los activos tienen costes iniciales elevados.
- Los bonos verdes o bonos de carbono están vinculados a mecanismos específicos para mitigar el cambio climático o inversiones de adaptación y permiten a los gobiernos y empresas recaudar capital para 1) la producción de energías renovables y construcción de la infraestructura necesaria para ello y 2) apoyar oportunidades de desarrollo económico de energías renovables.
- Se calcula que existen bonos en circulación por un valor de alrededor de 400.000 MUS\$ para incorporar a inversiones en cambio climáticos. No obstante, el nivel de las transacciones en bonos activamente etiquetados como bonos verdes o de carbono ha sido limitado hasta ahora.
- A fecha de hoy, el BafD ha emitido en torno a los 261MUS\$ en bonos verdes/limpios para África.

El Sistema de las Naciones Unidas y la Unión Europea otorgan, fundamentalmente, subvenciones para cofinanciar proyectos de energías renovables. Ello ayuda a afrontar los costes iniciales de inversión, contribuyendo así a financiabilidad y reduciendo las tarifas del consumidor final. Tales subvenciones también catalizan préstamos.

- Entidades como el Organismo Multilateral de Garantía de Inversiones (MIGA, según sus siglas en inglés) y la Agencia Africana de Seguros del Comercio ofrecen seguros contra casos de fuerza mayor, como incidentes políticos o comerciales graves. Aunque dichas instituciones no proporcionan financiación directa, catalizan la inversión al reducir los riesgos de invertir en un proyecto o si una empresa se beneficia de tal cobertura. Funcionan como los seguros, con un suscriptor que paga una prima para acceder al servicio, si el proyecto y/o la empresa cumplen con los requisitos. El Banco Africano de Desarrollo (BAfD) también ha introducido, como un medio de estimular inversiones adicionales del sector privado en países de rentas bajas, garantías de riesgo parcial (GRP), añadiéndolas

al conjunto de instrumentos financieros del Banco. Las GRP complementan los instrumentos existentes, a través de los cuales el BAfD apoya el desarrollo del sector privado y atrae financiación privada para el desarrollo. Si aseguran GRP, los gobiernos pueden hacer más atractivo su programa de cara a los inversores privados y asegurar a los prestamistas privados contra riesgos políticos impredecibles relativos al incumplimiento por parte de un gobierno o de un organismo gubernamental de determinados compromisos específicos. Tales riesgos podrían incluir casos políticos de fuerza mayor, riesgos normativos (cambios adversos de la legislación) y distintas formas de rescisión de contratos. El BAfD calcula que alrededor de un 80% de las GRP que se otorguen en los próximos cinco años irán destinadas al sector energético.

Por lo general, existen dos tipos de socios bilaterales. El primero son los organismos habituales de crédito, como KfW, AFD, USAID, DFID, JICA, etc. Están gobernados por un único país accionista, lo que permite una mayor flexibilidad en términos de utilización de instrumentos financieros. El segundo son las agencias de crédito a la exportación (ACEs), como Hermes, COFACE, ECGD y US EXIM, que fomentan las exportaciones del país prestamista. Sus términos están regulados para evitar el *dumping* entre países sobre la exportación del mismo tipo de bienes y materiales. Cuando una ACE acepta un proyecto, normalmente, un banco comercial podrá hacer un préstamo al proyecto y, si el prestatario incumple, el préstamo pasará a ser responsabilidad de la ACE. De hecho, es frecuente encontrar ACEs muy involucradas en el sector de la energía eólica, porque no muchos países son capaces de fabricar aerogeneradores, lo que crea lazos entre países (por ejemplo, Sudáfrica y Dinamarca).

Los organismos de crédito bilaterales tienen la facultad de conceder préstamos y subvenciones a un país. Son un buen complemento a la financiación multilateral para cofinanciar proyectos de energías renovables. Las ACE, por su parte, son una excelente herramienta para que las entidades con posibilidad de usar sus garantías penetren en nuevos territorios. Ello beneficia al prestamista final y al país prestatario, a este último a través de mayores exportaciones y, también, por la atracción de servicios adicionales en torno a dichas exportaciones.

Los BMD y organismos bilaterales se movilizan mediante una combinación de escaneado inicial de proyectos e identificación final de proyectos, resultado del diálogo con los creadores/promotores del proyecto y/o las autoridades del país. Pueden financiar la preparación de proyectos (estudios de viabilidad, análisis de costes y beneficios, etc.) y la propia infraestructura. En la práctica, los proyectos (especialmente, los grandes proyectos de energías renovables) son financiados, por lo general, mediante una combinación de organismos multilaterales y bilaterales. Algunas de las entidades multilaterales y bilaterales, citadas más arriba, tienen la capacidad de contribuir directamente al sector privado, a través de filiales propias, reforzando así la cooperación entre ambos tipos de organismos de crédito. De la misma forma, se acude, generalmente, a este tipo de organismos para financiar programas de energías renovables, no solo por sus atractivos términos y condiciones de financiación, sino también porque su financiación ayuda a atraer otras financiaciones.

5. MOVILIZAR FINANCIACIÓN CONTRA EL CAMBIO CLIMÁTICO Y OTRAS FUENTES INNOVADORAS DE FINANCIACIÓN

Se requiere una combinación de opciones de financiación para compensar el elevado coste de producción ligado con las tecnologías de energías renovables, algunas de las cuales son aún nuevas y no están probadas, y garantizar que se fijan precios competitivos para la energía. Una mezcla de financiación en condiciones favorables y de financiación comercial puede jugar un papel fundamental al subvencionar las tarifas de producción que, si no, serían demasiado elevadas y harían que las energías renovables fuesen demasiado caras como para que los intermediarios las comprasen.

5.1. FONDOS DE INVERSIÓN EN EL CLIMA

Los Fondos de Inversión en el Clima (FIC) tienen el objetivo de ayudar a que los países en vías de desarrollo pongan a prueba un desarrollo con bajas emisiones y resistente al cambio climático. Con apoyo de los FIC,

46 países están poniendo a prueba transformaciones en tecnología limpia, gestión sostenible de bosques, mayor acceso a la energía a través de energías renovables y desarrollo resistente al cambio climático.

FTL MARRUECOS: PROYECTO DE ENERGÍA SOLAR DE CONCENTRACIÓN OUARZAZATE

La planta de energía solar de concentración Ouarzazate en Marruecos, con una capacidad de 500 MW y una producción de alrededor de 1.150 GWh al año, es la primera de una serie de cinco complejos solares que se espera alcancen una capacidad instalada conjunta de 2.000 MW, de aquí a 2020. Se espera que el proyecto genere un ahorro de 1 millón de toneladas de CO₂ al año.

El proyecto forma parte del Plan Regional de Inversiones en Energía Solar de Concentración para Oriente Medio y África del Norte de los FIC y será parcialmente financiado por un préstamo de 240 MUS\$ del BAfD en condiciones normales (para la Fase 1 con una producción de 125-160 MW) y un préstamo FTL en condiciones favorables de 100 MUS\$.

SREP KENIA: PROYECTO GEOTÉRMICO MENENGAI

La empresa Geothermal Development Company (GDC), una empresa estatal, es la propietaria del Proyecto Geotérmico Menengai, diseñado para producir electricidad para 500.000 hogares y ahorrar 2 millones de toneladas de CO₂ al año.

Situado en el africano Valle del Rift, se espera que el proyecto Menengai prepare el terreno para inversiones que ayuden a satisfacer la creciente demanda energética de Kenia y transformar el país en una economía competitiva de energías limpias. Además de suministrar a los hogares, el proyecto llevará energía a 300.000 pequeñas empresas y suministrará otros 1.000 GWh a otras empresas e industrias cuando esté terminado.

Los préstamos serán cruciales para dar a Kenia una oportunidad de conseguir sostenibilidad energética e independencia. En diciembre de 2011, el BAfD aprobó la financiación para el proyecto, consistente en un préstamo en condiciones favorables, de 125 MUS\$, del BAfD y una combinación de préstamo y subvención de 25 MUS\$ del SREP, dentro del FIC, patrocinado por el BAfD.

El proyecto Menengai fue el primero de su categoría en ser aprobado por un banco multilateral de desarrollo, dentro de los FIC, para un país africano de renta baja.

África ha podido obtener una gran parte de financiación de los FIC, en especial, del Fondo de Tecnologías Limpias (FTL) y del Programa para la Ampliación de las Energías Renovables (SREP, según sus siglas en inglés). En la actualidad, un 42% de financiación FTL y un 58% de financiación SREP se gasta en África. Actualmente, hay actividades de los FIC de desarrollo en curso en 15 países africanos y una región (Oriente Medio y África del Norte —MENA según sus siglas en inglés—). Hasta el momento, el FTL ha sufragado proyectos en Marruecos, Egipto y Sudáfrica.

De los siete países piloto beneficiarios del Programa SREP, cuatro se encuentran en África: Etiopía, Kenia, Mali y Tanzania, lo que representa un total de 190 MUS\$ en financiación del SREP dedicada a energías renovables (en su mayoría, subvenciones y préstamos muy bajos, en condiciones favorables). Liberia es el próximo país piloto que se incorpora, en la actualidad, al programa SREP. En Etiopía, Kenia y Mali, para las que se han aprobado planes de inversión, se espera que estos fondos catalicen un volumen importante de financiación adicional de BMD, organismos bilaterales y patrocinadores privados, elevando la inversión total a, aproximadamente, 1.200 MUS\$.

El valor de estos programas también radica en la metodología que emplean para desarrollar planes de inversión, que ayuda a movilizar financiación adicional proveniente de varias fuentes. Este ejemplo puede seguirse por muchos países africanos, con el apoyo de los actuales países piloto³.

5.2. GLOBAL ENVIRONMENT FUND (FONDO MUNDIAL PARA EL MEDIO AMBIENTE)

Con el objeto de mitigar el cambio climático, el Global Environment Facility (GEF) ofrece subvenciones y cofinanciación en condiciones favorables, que se incorporarán a proyectos de referencia en países en vías de desarrollo y economías en transición para producir beneficios medioambientales mundiales, al tiempo que contribuye al objetivo general de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC).

Mitigar el cambio climático es una de las seis esferas de actividad apoyadas por el Fondo Fiduciario del GEF. En el ciclo de financiación

GEF-5, que cubre el periodo 2010-2014, la esfera de actividad de cambio climático se divide en cinco objetivos estratégicos. Fomentar la inversión en tecnologías de energías renovables es uno de esos objetivos y un componente clave de la estrategia de cambio climático del GEF. Según este objetivo, el GEF va más allá de la creación de unas políticas propicias y un marco regulatorio que fomente la inversión en tecnologías de energías renovables. Busca proyectos encaminados al desarrollo y difusión de tecnologías de energías renovables fiables, de menor coste, que tengan en cuenta la dotación de recursos naturales de los países.

Según el sistema de asignación de fondos por países del GEF, llamado Sistema de Asignación Transparente de Recursos (STAR, según las siglas en inglés), la asignación para mitigar el cambio climático de los países de la CEDEAO (Comunidad Económica de los Estados de África del Oeste) es de 210 MUS\$. Además de las asignaciones del STAR de los países, el GEF dispone de fondos de reserva, como instrumentos distintos de las subvenciones para el sector privado. Dentro de estos fondos, el BafD sometió un programa de 20 MUS\$ al Consejo del GEF en junio de 2012 y aprobó suministrar cofinanciación, mediante instrumentos distintos a las subvenciones, a proyectos privados de energías renovables⁴.

5.3. FONDOS RESERVADOS PARA LAS ENERGÍAS RENOVABLES EN ÁFRICA

Se han desarrollado diversos instrumentos para apoyar la ampliación de las energías renovables, impulsadas por el sector privado, en países en vías de desarrollo, mediante la financiación de demostración de nuevos conceptos, preparando proyectos financieros y aportando capital de riesgo o capital propio.

La Energy and Environment Partnership (Asociación de Energía y Medio Ambiente, EEP, según sus siglas en inglés) es un programa que fomenta las energías renovables (EERR), la eficiencia energética (EE), y las inversiones en tecnologías limpias, que se está ejecutando en África Austral y Oriental desde marzo de 2010, financiado conjuntamente por los gobiernos de Finlandia, Austria y el Reino

Unido. El Programa EEP respalda proyectos encaminados a proporcionar servicios de energía sostenible a los pobres, al tiempo que combate el cambio climático. Para poder optar a obtener apoyo del Programa EEP, los proyectos deberán, asimismo, demostrar altos niveles de innovación en el suministro de servicios energéticos, facilitando la transferencia de tecnología e impulsando la cooperación y participación de los interesados locales en los proyectos. El Programa EEP aporta financiación inicial, para cubrir parte de los costes del proyecto, necesaria para poner en marcha y desarrollar una empresa (como actividades piloto y de demostración) o que puede asegurar el valor de una inversión (como estudios previos de viabilidad y estudios de viabilidad para la financiación del proyecto). La financiación, en esta etapa, ayuda a las empresas a mantenerse a sí mismas, durante un periodo del desarrollo, hasta que alcanzan un estado en el que son capaces de garantizar la inversión necesaria para seguir autofinanciándose.

Auspiciado por el BAfD y establecido en 2011 en asociación con el gobierno de Dinamarca, el Sustainable Energy Fund for Africa (Fondo de Energía Sostenible para África, SEFA, según sus siglas en inglés) es un conjunto especial de instrumentos de financiación, que tiene como objetivo aumentar la viabilidad comercial y las perspectivas de rentabilidad de proyectos más pequeños de energías renovables y eficiencia energética, impulsados por el sector privado. Se espera, con ello, incrementar la dotación de energía productiva, aumentando así el empleo directo, en el lugar del proyecto, y el empleo indirecto, a través de un mayor acceso de empresas y hogares a energía fiable, limpia y asequible. El SEFA otorga subvenciones para la preparación de proyectos de escala media (del orden de los 30-75 MUS\$), cubriendo un amplio abanico de actividades hasta el cierre de la financiación. Tal apoyo debería permitir al proyecto aprovechar al máximo la financiación de la deuda de actores como el BAfD, otros organismos financieros de desarrollo y bancos comerciales locales. El SEFA tiene también una ventanilla de capital inicial/de crecimiento para empresas emergentes más reducidas (por debajo de los 30 MUS\$) en la cadena de valor de la energía, para canalizarse a través de, al menos, una sociedad de inversión de capital variable.

A diferencia de otras regiones en vías de desarrollo, como Latinoamérica y Asia, el panorama africano de las sociedades de inversión de capital variable que operan en el ámbito de las energías renovables todavía se encuentra en sus inicios, con solamente unos pocos fondos de este tipo actualmente activos en el continente. Entre ellos, se encuentra Evolution One que está hoy invirtiendo en una cartera de empresas de tecnologías limpias, en la región SADC (Comunidad de Desarrollo de África Austral). Hay algunas más en la etapa de recaudación de fondos, como, por ejemplo, DI Frontier Fund e Investia, ambas con una fuerte predilección por los proyectos y empresas de África Oriental. Las sociedades de inversión de capital variable proporcionan una vía para fortalecer el balance del promotor del proyecto, al tiempo que mejoran la capacidad de gestión y transfieren conocimientos. Además de los fondos de inversión de capital variable, existen también "fondos de fondos," que recaudan e invierten en algunos de estos fondos de inversión de capital variable más nuevos. Un ejemplo sería el Global Energy Efficiency and Renewable Energy Fund (Fondo Mundial para la Eficiencia Energética y las Energías Renovables, GEEREF, según sus siglas en inglés), que proporciona capital de riesgo, a través de inversión privada, en proyectos de eficiencia energética y energías renovables, en países en vías de desarrollo y economías en transición. El GEEREF es tanto una herramienta de desarrollo sostenible, como una herramienta que apoya los esfuerzos mundiales para combatir el cambio climático⁵.

5.4. FINANCIAMIENTO DE CARBONO

El desarrollo de tecnologías de energías renovables puede ofrecer oportunidades a los países africanos para que se beneficien del financiamiento de carbono, a través de los mercados internacionales de carbono. En tanto que como mecanismo de mercado (y legalmente ejecutable), puede ayudar a incrementar la eficiencia y mejorar la tasa interna de rentabilidad, gracias a un nuevo flujo de ingresos del carbono durante el periodo de acreditación, disminuyendo así, el coste de las energías renovables. Los proyectos de energías renovables son aptos para la generación de créditos de carbono, tanto en los mercados

de carbono voluntarios, como en los de cumplimiento, respaldados por el mecanismo de desarrollo limpio del Protocolo de Kioto.

Sin embargo, hasta la fecha, África ha sacado poco provecho de la financiación de carbono. A fecha de junio de 2012, más de 10.000 proyectos estaban en tramitación en el MDL (Mecanismo de Desarrollo Limpio), de los cuales se han registrado 4.170. Se prevé que generen 2.700 millones de Reducciones Certificadas de Emisiones (RCE) de aquí a 2012, pero solo un 2,9% de todos los proyectos MDL provienen del continente africano. Una de las razones principales de ello es la complejidad del procedimiento del MDL y la escasez de capacidad técnica en los países africanos. Para paliar dicha carencia de cualificación se han puesto en marcha muchos programas de asistencia técnica, incluyendo el Programa Africano de Apoyo al Carbono, iniciado por el BAFD, para ofrecer respaldo a países africanos en la preparación de proyectos que pueden ser registrados en el MDL o el mercado voluntario de carbono. Otras limitaciones que impiden que África aproveche más el MDL serían los altos costos de transacción para registrar un proyecto —una barrera para proyectos de energías renovables que ya tienen elevados costos iniciales de transacción— y la volatilidad de los precios de los créditos de carbono, que no garantiza ingresos a los promotores de los proyectos.

PROYECTO EÓLICO ESSAOUIRA, MARRUECOS

Este proyecto creó 60 MW de producción de energía eólica, aumentando la utilización de las energías renovables en el país y mejorando el medio ambiente gracias a la reducción de una cantidad importante de emisiones de gases con efecto invernadero que se habrían producido en la red nacional.

El proyecto dará lugar a reducciones de emisiones de gases con efecto invernadero de 156.026 tCO₂ /año, que equivale a 780 MUS\$ al año, suponiendo que el precio es US\$ 5/tCO₂. A fecha de junio de 2012 el proyecto ha emitido 244.000 RCE.

En la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, celebrada en Durban en 2011, se alcanzó un acuerdo sobre un segundo periodo de compromiso bajo el Protocolo de Kioto. Se prevé

que se aclaren los detalles de este acuerdo antes de finales de 2012. Al mismo tiempo, la Unión Europea ha decidido que solo se permitirá la importación a la UE de los créditos de carbono MDL de países menos desarrollados. Estos acontecimientos, unidos al recién estrenado "Programa de Actividades" y "Bases de Referencia Normalizadas", son positivos para el desarrollo de proyectos MDL en África. Se espera, con ello, impulsar la generación de créditos de carbono MDL africanos⁶.

5.5. HACIA EL FONDO VERDE PARA EL CLIMA (FVC)

En los próximos años, el desarrollo de las energías renovables en África debería beneficiarse de la nueva creación de financiación climática internacional. Durante la COP 16 en Cancún, se creó una nueva entidad operativa, el Fondo Verde para el Clima (FVC) para hacer las veces de mecanismo financiero de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC). Se prevé que el FVC respalde proyectos, programas, políticas y otras actividades en países en vías de desarrollo, al tiempo que cumple con el objetivo fundamental de la CMNUCC: fomentar un cambio de modelo hacia vías con bajas emisiones y resistentes al cambio climático, a través de apoyo a países en desarrollo para que éstos limiten o reduzcan sus emisiones de gases con efecto invernadero. Los bienes del GFC serán administrados por un fideicomisario, de acuerdo con las decisiones de la Junta Directiva del FVC, que está siendo instituida actualmente. En la COP 17 en Durban, se adoptó un instrumento de dirección para la Coalición Mundial por los Bosques (GFC [5], según sus siglas en inglés) y se creó una secretaría provisional. Se espera que todos los acuerdos pendientes entre la COP y el Fondo se concluyan en la COP 18, en noviembre de 2012, y, a partir de entonces, el FVC debería estar en pleno funcionamiento.

En este contexto, los países africanos deberían posicionarse para beneficiarse rápidamente de tales flujos financieros. Algunos ya han dado algunos pasos importantes en este sentido, como la creación por Etiopía y Mali de fondos colectivos nacionales dedicados a la financiación climática. Los bancos multilaterales de desarrollo,

incluido el BAfD, se están preparando para proporcionar el apoyo necesario a los países africanos para acceder a dichos fondos.

6. CONCLUSIÓN

Financiar el desarrollo de las energías renovables en África es costoso y ninguna fuente por sí sola puede colmar por completo el vacío de financiación. Se necesitará un abanico de fuentes, privadas y públicas, bilaterales y multilaterales, incluyendo algunas formas innovadoras, para recaudar financiación suficiente y maximizar los puntos fuertes de cada una al tiempo que se compensan los débiles.

Las necesidades financieras no deberían impedir que los países africanos emprendan el fomento de las energías renovables. Teniendo en cuenta los problemas a los que se enfrenta África de déficit de infraestructura, seguridad alimentaria, gestión de recursos naturales, catástrofes naturales y cambio climático, merece la pena encaminar al continente en la vía del crecimiento verde. Tal vía puede crear nuevos puestos de trabajo, proporcionar seguridad energética, sacar el máximo partido de los recursos naturales y garantizar un crecimiento del continente resistente al cambio climático. El fomento de las energías renovables ayudará, sin duda alguna, a conseguir este objetivo más amplio de desarrollo.

NOTAS

1. Los resultados, interpretaciones y conclusiones expresados en este artículo corresponden por completo a su autor o autores y no representan, necesariamente, el punto de vista del Banco Africano de Desarrollo (BAfD), su Consejo de Administración o los países que representa. El BAfD no garantiza la exactitud de los datos incluidos en esta publicación y no se hace, en absoluto, responsable de las consecuencias de su utilización.
2. Este artículo ha sido escrito por el Departamento de Energía, Medio Ambiente y Cambio Climático del Banco Africano de Desarrollo. Se elaboró bajo la dirección de Hela Cheikhrouhou, Director, y Kurt Lonsway, Jefe de División, por Florence Richard, Especialista Superior en Cambio Climático, con las contribuciones de Monojeet Pal, Jefe de Inversiones, Leandro Azevedo, Experto en Sector Privado, Joao Cunha, Socioeconomista Jefe, Bertrand Belben, Especialista Superior en Energía, Daniel Schroth, Especialista Principal en Energía, Ignacio Tourino, Especialista

Superior en Medio Ambiente, Faouzi Senhaji, Experto en Financiamiento de Carbono, Mafalda Duarte, Especialista Jefe de Cambio Climático, y Youssef Arfaoui, Especialista Jefe de Energías Renovables, aportó comentarios útiles para su finalización.

3. Para mayor información sobre el FIC en el Banco Africano de Desarrollo, sírvase ponerse en contacto con Mafalda DUARTE.
Hay información disponible en Internet: <http://climateinvestmentfunds.org/cif/>
4. Para mayor información sobre el FMAM en el Banco Africano de Desarrollo, sírvase ponerse en contacto con Ignacio TOURINO.
Existe información disponible en Internet: <http://www.thegef.org/gef/>
5. Para mayor información sobre el SEFA en el Banco Africano de Desarrollo, sírvase ponerse en contacto con Joao CUNHA.
Existe información disponible en Internet: <http://www.afdb.org/fr/topics-and-sectors/initiatives-partnerships/sustainable-energy-fund-for-africa/>
6. Para mayor información sobre Financiamiento de Carbono en el Banco Africano de Desarrollo, sírvase ponerse en contacto con Uche DURU.
Existe información disponible en Internet: <http://www.afdb.org/>

www.afdb.org

BIBLIOGRAFÍA

- [1] AfDB. 2010. *Financing of Sustainable Energy Solutions*, African Development Bank, Committee of Ten Policy Brief, no. 3, 2010.
- [2] UNEP. 2012. *Financing Renewable Energy in Developing Countries*.
http://www.unepfi.org/fileadmin/documents/Financing_Renewable_Energy_in_subSaharan_Africa.pdf
- [3] World Bank. 2012. *Public Private Partnerships Reference Guide*, World Bank Institute and PPIAF, Version 1.0. 2012.
- [4] AfDB. 2010.
- [5] UNFCCC. 2011. *Report of the Conference of the Parties on its Seventeenth Session*, United National Framework Convention on Climate Change (UNFCCC), Durban, South Africa, 2011, p. 58.

MODELOS DE NEGOCIO INCLUSIVOS: ¿UNA OPORTUNIDAD DE ACELERAR EL ACCESO A LA ENERGÍA SOSTENIBLE PARA TODOS EN ÁFRICA OCCIDENTAL?

WILLEM ADRIANUS BRON
SNV

RESUMEN

En la Comunidad Económica de los Estados de África Occidental (CEDEAO), las necesidades energéticas de la mayoría de la población se satisfacen con fuentes tradicionales de combustible. La utilización de madera, estiércol seco y carbón vegetal está agotando los recursos naturales y deteriorando la tierra productiva; paralelamente, la disponibilidad de estos combustibles disminuye, al tiempo que aumenta su demanda por parte de la población. En la actualidad, millones de personas se enfrentan a retos relacionados con el acceso a la energía, su fiabilidad y coste. También las empresas se encuentran con el obstáculo de la "pobreza energética". El desarrollo de las energías renovables en África Occidental se ha centrado principalmente en las infraestructuras a gran escala, mientras que la población urbana o la pobreza energética rara vez han constituido un objetivo en la elaboración de políticas. En consecuencia, se le ha prestado muy poca atención al apoyo al suministro de energía renovable a pequeña escala o escala doméstica, para cocinar, proporcionar calefacción y para las pequeñas y medianas empresas (PYMES), especialmente en lo que se

refiere a las zonas rurales y periurbanas. Los modelos de negocio inclusivos, es decir, aquellos que incluyen a las personas pobres en el proceso empresarial, ya sea como productores o consumidores, podrían contribuir a abordar la "falta de acceso universal a las energías renovables", sobre todo en comunidades rurales, al tiempo que se concede a las empresas la oportunidad de entrar en nuevos mercados a través de la prestación de productos y servicios para la gran mayoría de personas de renta baja de África Occidental.

Palabras clave: negocio inclusivo, base de la pirámide (BOP), energías renovables, pobreza energética, energía sostenible para todos, África Occidental, CEDEAO, capacitación, sector privado.

1. INTRODUCCIÓN

Además de su fuerte dependencia de los combustibles fósiles importados, una parte vital del consumo de energía primaria dentro de la Comunidad Económica de los Estados de África Occidental (CEDEAO) proviene de la biomasa tradicional, concretamente el 80%. Menos del 10% de la población rural tiene acceso a la electricidad. La disponibilidad de fuentes energéticas sostenibles, limpias y fiables es una de las claves del desarrollo: ningún país en tiempos modernos ha logrado reducir significativamente la pobreza sin un aumento exponencial de su consumo energético. En consecuencia, es necesario utilizar fuentes de energía renovables y locales con soluciones contextualizadas para mejorar el acceso energético en la región de la CEDEAO.

La utilización de madera, estiércol seco y carbón vegetal está agotando los recursos naturales y deteriorando la tierra productiva; paralelamente, disminuye la disponibilidad de estos combustibles, al tiempo que aumenta su demanda por parte de la población. En la actualidad, millones de personas se enfrentan a retos relacionados con el acceso a la energía, su fiabilidad y coste. También las empresas

se encuentran con el obstáculo de la "pobreza energética". El desarrollo de las energías renovables en África Occidental se ha centrado principalmente en las infraestructuras a gran escala, mientras que la población urbana o la pobreza energética rara vez han constituido un objetivo en la elaboración de políticas. En consecuencia, se le ha prestado muy poca atención y apoyo al suministro de energía renovable a pequeña escala o escala doméstica para cocinar, proporcionar calefacción y para las pequeñas y medianas empresas (PYMES), especialmente en lo que se refiere a las zonas rurales y periurbanas.

La región de la CEDEAO, como describe claramente el "Libro Blanco para una política regional", posee un gran potencial en energías renovables, especialmente solar, hidráulica y, por supuesto, biomasa. Esta zona del planeta tiene la oportunidad de luchar contra la pobreza energética mediante el uso coherente de las energías renovables y de los numerosos fondos relacionados con el clima y la energía renovable que se destinan al África Subsahariana, que permitirán a la región prescindir de la energía fósil, cada vez más cara e inaccesible debido al aumento de la demanda.

Los requisitos previos para llevar a cabo estos cambios incluyen la formulación y ejecución de políticas efectivas; la capacidad para diseñar y poner en marcha enfoques innovadores pero de probada validez, y la disponibilidad de nuevos mecanismos de financiación en combinación con enfoques basados en el mercado. Esto solo se puede lograr de manera efectiva con un enfoque sistémico a largo plazo que conlleva la implicación absoluta de los organismos gubernamentales, la sociedad civil y, sobre todo, el motor de la economía, el sector privado.

A pesar de que en los últimos años muchos países de África Occidental han prosperado económicamente, está demostrado que el crecimiento económico por sí solo no reduce la desigualdad, por lo que es importante que los hogares pobres y las pequeñas empresas puedan beneficiarse del mismo. En este sentido, el acceso a un suministro energético limpio y adecuado en las zonas rurales facilita el desarrollo inclusivo y contribuye a impulsar el tan necesario acceso a la electricidad en estos lugares.

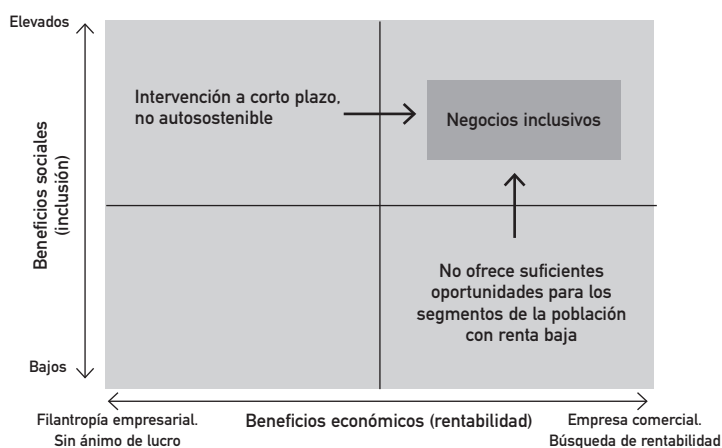
Por lo tanto, mantener el *status quo* no es una opción en África Occidental. Satisfacer las necesidades básicas de una población en crecimiento aumentará exponencialmente la demanda de energía y recursos naturales, intensificando de este modo la presión sobre nuestros ecosistemas.

2. EL DESARROLLO DE NEGOCIOS INCLUSIVOS

El sector privado líder del mañana será aquel que anticipe estas tendencias y logre combinar empresas comerciales rentables con las necesidades de la sociedad². En su esfuerzo por promover soluciones empresariales al servicio de un futuro sostenible para los países en desarrollo, el Consejo Empresarial Mundial para el Desarrollo Sostenible (WBCSD, por sus siglas en inglés), junto con la Organización SNV de los Países Bajos para el Desarrollo, trabaja con el concepto de "negocio inclusivo" como forma de mitigar la pobreza a través de iniciativas lideradas por empresas.

Este concepto parte del trabajo del fallecido CK Prahalad y de Stuart Hart sobre los modelos de negocio que se desarrollan en la base de la pirámide (BOP); el objetivo de estos estudios es identificar soluciones empresariales viables desde un punto de vista comercial que causen un elevado impacto socioeconómico. La BOP constituye un mercado compuesto por las personas más pobres del mundo, aquellas que viven con menos de dos dólares al día o el equivalente de 3.000 dólares anuales en poder adquisitivo local³. Esta realidad ha contribuido a otorgar un papel significativo a las empresas en la mitigación de la pobreza mediante un enfoque basado en la rentabilidad y el mercado. En la actualidad, se han identificado muchos términos que caracterizan el concepto de hacer negocios con la BOP. La guía para negocios inclusivos (*Inclusive Business Guide*) de Endeava⁴ menciona claramente los más importantes. Dos de ellos son "*oportunidades para la mayoría*" del BID y "*conseguir que los mercados funcionen para los pobres*" del DFID, la SDC y la SIDA.

FIGURA 1
OPTIMIZAR EL VALOR ECONÓMICO Y SOCIAL



FUENTE: SNV. ADAPTADA POR EL AUTOR

Siguiendo la definición del WBCSD y de SNV, la expresión *negocios inclusivos*⁵ se refiere a la inclusión de personas que viven en la pobreza en los procesos empresariales a lo largo de la cadena de valor. Los modelos empresariales inclusivos pueden contar con la participación de comunidades de renta baja, por ejemplo, contratando directamente a personas con bajos ingresos; centrándose en el desarrollo de los proveedores de bienes y servicios de comunidades de renta baja; y proporcionando bienes y servicios asequibles destinados a comunidades con bajos ingresos. En pocas palabras, los negocios inclusivos se basan en la inclusión de las personas pobres en el proceso empresarial, bien como productores, bien como consumidores⁶.

La iniciativa de negocios inclusivos del Banco Asiático de Desarrollo (ADB, por sus siglas en inglés), llevada a cabo junto con la organización para el desarrollo SNV de los Países Bajos, estipula que este tipo de negocios se diferencian de las empresas sociales y las actividades de responsabilidad social empresarial en varios aspectos: estos sí persiguen la rentabilidad económica; causan un impacto

social en escala y contribuyen de manera sistémica a la reducción de la pobreza. Por todo ello, también se caracterizan por unas mayores necesidades de inversión.

Los negocios inclusivos también difieren del enfoque original de la base de la pirámide, que considera a los pobres principalmente como un mercado para iniciativas empresariales privadas y asume automáticamente que estos se van a beneficiar de dichas iniciativas a través de la provisión de cualquier bien de consumo. Sin embargo, impulsar el crecimiento del sector privado a través de negocios inclusivos proporcionaría a las personas pobres nuevos puestos de trabajo y acceso a bienes y servicios asequibles y de calidad, contribuyendo así a mejorar sus vidas y reducir la pobreza.

En la región de la CEDEAO, el sector privado apenas ha empezado a explorar su potencial en la BOP, a pesar de que la economía de la misma está creciendo y la pobreza sigue siendo enorme en muchas naciones, con un PIB per cápita de menos de 200 dólares estadounidenses al año y con la gran mayoría de la población viviendo con una cantidad mucho menor. Para facilitar el desarrollo inclusivo son absolutamente necesarias soluciones energéticas limpias y asequibles para las zonas rurales, lo cual podría redundar en un crecimiento sostenido que beneficiase a toda la población de África Occidental.

3. LOS MERCADOS ENERGÉTICOS EN LA CEDEAO

La Comunidad Económica de los Estados de África Occidental (CEDEAO), establecida en 1975 en Lagos, Nigeria, tiene una población de aproximadamente 300 millones de personas⁷ y crecerá hasta los 325 millones en 2015. Esta cifra representa el 4,6% de la población mundial y más del 40% de África Subsahariana. Ello la convierte en la comunidad regional más poblada de África continental.

La región se enfrenta a deficiencias importantes en el sector energético. Por ello, los países de la CEDEAO han adoptado políticas regionales ambiciosas, comprometiéndose a armonizar la legislación nacional en materia de energía, incrementar la autonomía del suministro y mejorar notablemente el acceso a servicios energéticos

modernos. La mayoría de las políticas y los programas, como la Política energética común y el Sistema de intercambio de energía en África Occidental (WAPP, por sus siglas en inglés), abordan estas deficiencias centrándose en la extensión de la red eléctrica y los sistemas interconectados y llevando a cabo proyectos hidroeléctricos y térmicos a gran escala, los cuales tienden a tratar tan solo el problema del acceso a la electricidad. La carencia de energía asequible y limpia forma parte de la trampa de la pobreza. La contaminación derivada del uso, dentro de edificios, de combustibles dañinos utilizados para cocinar y tener luz puede ocasionar problemas de salud importantes. También el tiempo empleado en reunir biomasa como combustible podría estar mejor invertido; por ejemplo, en la escuela o el trabajo. Además, el elevado coste de mecanismos no eficientes desde el punto de vista energético, así como la falta de acceso a fuentes modernas de energía como la electricidad se han convertido en parte del castigo de formar parte de la BOP: el coste añadido de ser pobre⁸. Los intentos de llegar a la población de la BOP en las zonas urbanas y periurbanas siguen produciéndose de manera muy fragmentada y hasta el momento no han sido el objetivo de las políticas y los programas mencionados anteriormente.

Existen algunos ejemplos clave en África, como se menciona en la tabla 1, en la que se muestra que dotar al segmento de mercado de renta baja con servicios energéticos limpios y fiables redundaría directamente en mejores condiciones sanitarias y laborales, reducción de gastos energéticos, mayores beneficios y producción, menor



FOTO 1. PARÁBOLA SOLAR
TÉRMICA PARA EL PROCESADO DE
KARITÉ. FABRICADA POR ISOMET
EN DABARÉ. BURKINA FASO.
FOTOGRAFÍA DE GREGORY
MILLER. SNV.

degradación medioambiental y más tiempo para actividades sociales y educativas. Es de todos conocido que, tras la alimentación y la vivienda, la energía supone el mayor gasto en los hogares de renta baja, ya que representa una media del 9% del gasto total de una unidad familiar⁹.

La foto 1 muestra una instalación solar térmica en una cooperativa de karité compuesta por mujeres y establecida en Burkina Faso. Esta instalación proporciona acceso a una fuente energética fiable y barata para procesar manteca de karité. Esta actividad agrícola de gran importancia para las mujeres rurales todavía depende en buena medida de motores que funcionan con madera o diésel para el procesamiento del karité. El uso generalizado de esta solución energética renovable añadiría un gran valor al sector de la manteca de karité al ahorrar el gasto de madera, reducir el tiempo de procesamiento y aumentar el beneficio de las comunidades rurales implicadas en la elaboración y comercialización.

El "Libro Blanco de la CEDEAO para una política regional de acceso a la energía"¹⁰, aprobado por los jefes de Estado y de gobierno de esta organización en enero de 2006 en Niamey, supuso un punto de inflexión al reconocer la necesidad de abordar la problemática del acceso universal a la energía. Basado en el contexto de la CEDEAO, este Libro Blanco concluye que, gracias a un suministro mayor de energía y un acceso más amplio a servicios energéticos modernos, la CEDEAO aumentaría su PIB, reduciría la pobreza extrema y alcanzaría los ODM en 2015. El documento presenta un triple objetivo específico: 1) reforzar la integración regional; 2) promover marcos de trabajo coherentes, institucionales y políticos para mejorar el acceso a servicios energéticos en la región de la CEDEAO, y 3) desarrollar programas energéticos coherentes centrados en la reducción de la pobreza. Dentro de los objetivos específicos, el Libro Blanco se centra en capacitar a los actores privados y públicos; aumentar la disponibilidad de créditos blandos, becas y fondos del sector privado para servicios energéticos en zonas rurales o periurbanas; perfeccionar el intercambio, la promoción y la difusión de experiencias a nivel subregional relativas a servicios energéticos y fomentar la producción de energía y servicios energéticos locales¹¹.

En este momento, siete años después de la aprobación del Libro Blanco de la CEDEAO y a tres años vista de su objetivo para 2015, la

región continúa sufriendo una enorme brecha entre la oferta y la demanda en lo que a servicios energéticos modernos se refiere. En su estudio sobre el marco de trabajo de la política energética¹², la GIZ afirma muy certeramente que, del sector de las energías renovables en la CEDEAO, el 64 % del suministro total lo cubren las centrales de energía térmica, el 31 % se produce a través de energía hidroeléctrica y el restante 5 % procede de las importaciones y de otras fuentes como las renovables.

¿Cómo podemos acelerar el ritmo y la balanza para que el acceso universal a energía limpia sea una realidad? ¿De qué manera pueden desempeñar un papel más relevante el sector privado y los empresarios locales?

Para que el sector de las energías renovables pueda florecer tendrán que producirse muchos cambios, pero es esencial prescindir y desmarcarse de los combustibles fósiles mediante la eliminación de las subvenciones continuadas a este tipo de fuentes energéticas. Del 29 al 31 de octubre de 2012 se celebró en Accra el IV Congreso de la Alianza Internacional Africana de Energías Renovables (AREA, por sus siglas en inglés)¹³, organizado por el ECREEE, la Agencia Internacional de las Energías Renovables (IRENA, por sus siglas en inglés) y la Alianza para la Electrificación Rural (ARE, por sus siglas en inglés). Las conclusiones de este evento muestran que una vez se hayan conseguido condiciones equitativas de competencia para todos los tipos de energía, incluidos los combustibles fósiles, la energía renovable se convertirá sencillamente en la opción más barata y sostenible. Por esta razón se instó a los líderes africanos actuales a redirigir las ayudas concedidas a los combustibles fósiles y destinarlas al desarrollo del mercado de las energías renovables. Se necesitan políticas sólidas sobre energías renovables y eficiencia energética, así como marcos reglamentarios específicos para servicios energéticos centrados en segmentos poblacionales de renta baja, pero también las empresas deben liderar la creación del sector de las renovables al tiempo que proporcionan acceso energético a la BOP. Lógicamente, para ello hacen falta audacia, valor, compromiso y rapidez por parte del conjunto de los sectores público y privado.

Se están llevando a cabo numerosas iniciativas interesantes en África. Un primer paso es la creación del Consejo Empresarial de la

CEDEAO, un órgano consultor regional del sector privado que asesora a los responsables de la CEDEAO. Esta medida otorgará mayor presencia en la agenda económica y política de África Occidental a aquellas empresas y modelos inclusivos de negocio que estén luchando contra la pobreza.

El PNUD también colabora con el Fondo Africano de Mercados Inclusivos (AFIM, por sus siglas en inglés), un programa regional que trabaja para acelerar el progreso de los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM) apoyando el desarrollo en toda África de mercados inclusivos que favorezcan a los pobres. Para ello, se reúne a todos los actores principales y se capacita a las instituciones regionales para reducir la brecha entre los sectores público y privado, así como entre la aplicación de políticas y de proyectos prácticos.

Otra iniciativa del PNUD llamada Crecimiento de Mercados Inclusivos (GIM, por sus siglas en inglés)¹⁴ ofrece ejemplos y casos de “modelos de negocio inclusivos”. La siguiente tabla muestra una pequeña selección de buenas prácticas africanas muy inspiradoras extraídas del GIM, el WBCSD y Endeavor que ya están listas para ser reproducidas y ampliadas.

TABLA 1

SELECCIÓN DE CASOS CLAVE DE NEGOCIOS INCLUSIVOS AFRICANOS DE ACCESO A LA ENERGÍA

CASOS DE NEGOCIOS INCLUSIVOS AFRICANOS DE ACCESO A LA ENERGÍA

Cocina de carbón vegetal Toyola: mejora de las condiciones sanitarias y medioambientales de las personas pobres en Ghana (2010 - GMI).

TEMASOL: acceso a energía (solar) para domicilios familiares en zonas rurales remotas de Marruecos (2011 - GMI).

Maison Energy: microempresa para el acceso rural a la energía (eólica, solar e hidroeléctrica) en Marruecos (2011 - GMI).

Electrificación de zonas rurales en Mali: mejora del acceso energético de las personas pobres en el ámbito rural (2007 - GMI).

Proyecto Kuyasa CDM: tecnología eficiente de energías renovables para las personas pobres en Sudáfrica (2010 - GMI).

INENSUS en Senegal: sistema híbrido (consistente en una pequeña turbina eólica, paneles solares y agregado diésel) que vende electricidad en Senegal a los habitantes de una pequeña población (2010 - Endeavor).

Novozymes & CleanStar Mozambique: modelo integrado que suministra combustibles limpios para cocinar (etanol producido a partir de mandioca) en África Subsahariana (2012 - WBCSD).

El Banco Africano de Desarrollo (AfDB, por sus siglas en inglés) ha lanzado recientemente el Fondo Africano de Garantías (AGF, por sus siglas en inglés) y el Fondo de Energía Sostenible para África (SEFA, por sus siglas en inglés), cuyo objetivo consiste en facilitar a las pequeñas y medianas empresas (PYMES) el acceso a la financiación; de esta manera, se intenta desbloquear su capacidad para desarrollar crecimiento inclusivo en la región. Se trata de una colaboración público-privada en la que participan donantes, instituciones financieras de desarrollo e inversores privados capaces de proporcionar capital adicional y operaciones de ampliación.

Es evidente que el concepto de negocio inclusivo tiene un gran potencial en África Occidental. Mientras el resto del mundo padece la contracción económica, el crecimiento subsahariano ha crecido prácticamente sin cesar. El Fondo Monetario Internacional (FMI) pronostica en su reciente "Panorama Económico Mundial" que se espera un aumento del crecimiento del 5,1% al 5,4% en África Subsahariana, lo cual implica una mayor demanda energética y, en consecuencia, una creciente necesidad de productos y servicios energéticos limpios e innovadores.

La tabla 2 describe las conclusiones principales extraídas de tres destacados informes que merecen especial atención en lo que se refiere al impulso de los negocios inclusivos en el sector energético de la región de la CEDEAO.

Como bien afirma Business Fights Poverty¹⁵, los tres informes describen la necesidad de acceso a la energía en la base de la pirámide. Asimismo, mencionan impulsores empresariales como son los nuevos mercados, las oportunidades de innovación y la ventaja competitiva; por último, analizan tres modelos primarios de negocio: ampliación de la red eléctrica, sistemas de energía distribuida (que Endeva clasifica como minirredes eléctricas e Hystra coloca en la categoría de cooperativas rurales) y sistemas y mecanismos aislados de la red, como, por ejemplo, sistemas solares domésticos, faroles solares y cocinas de biomasa. Se han identificado retos empresariales y factores de éxito que son comunes a todos los modelos. Al mismo tiempo, los tres informes ponen de relieve la necesidad de un entorno más propicio que permita a los negocios inclusivos del sector energético prosperar y crecer, para lo cual se debaten con diferentes niveles de profundidad las necesidades

de financiación, estratégicas y reguladoras. Un tema recurrente en los informes es que la colaboración entre empresas, gobierno, sociedad civil y comunidad donante resulta esencial.

TABLA 2

INFORMES DESTACADOS SOBRE NEGOCIOS INCLUSIVOS Y ACCESO A LA ENERGÍA

CONCLUSIONES PRINCIPALES/RECOMENDACIONES¹⁶ DE TRES INFORMES DESTACADOS SOBRE NEGOCIOS INCLUSIVOS RELACIONADOS CON EL ACCESO A LA ENERGÍA

Informe de Hystra & Ashoka sobre el acceso a la energía para la BOP (2009)

- Parece que la brecha entre el ámbito social y el económico no es imposible de superar, ya que se pueden tener en consideración cuestiones de índole social (en nuestro caso, el acceso a la energía) y crear empresas sostenibles desde el punto de vista económico que cubran la demanda de esos "mercados" a veces considerados insolventes sin antes examinarlos.
- Se puede responder adecuadamente a las necesidades de la población más desfavorecida no solo desarrollando productos y servicios eficientes y rentables, sino también optimizando el "capital humano" de los apartados mencionados anteriormente, es decir, aprovechando su habilidad organizativa, la solidaridad existente entre ellos y sus redes sociales.
- Los empresarios que logran un mayor éxito son también los que consiguen implicar a los usuarios que participan en los procesos de valor añadido. En efecto, considerar a los usuarios como agentes e incluirlos en los procesos productivos, de transformación y distribución parece ser una condición indispensable para el desarrollo de negocios sociales con perspectivas de futuro.

Informe de Endeva "¡Démosle energía a la BOP!" (2011)

Este informe es una guía integral de los "negocios inclusivos" como productores y consumidores. Reúne conocimiento ya existente sobre la materia, presenta varios ejemplos prácticos y ofrece información sobre contactos y material de lectura adicional.

Informe del WBCSD sobre soluciones empresariales que permiten el acceso a la energía para todos (2012)

- Debe resolverse la falta de acceso a un suministro energético asequible, fiable y limpio para alcanzar los ODM.
- La empresa es un proveedor fundamental para ampliar el acceso a la energía.
- Innovación en los modelos de negocio.
- Creación de marcos estratégicos.
- Mecanismos de financiación.
- La financiación pública y para el desarrollo debería facilitar la inversión privada.
- Enfoque intersectorial.
- Colaboraciones efectivas público-privadas.

4. CONCLUSIONES

Resulta evidente que los modelos inclusivos de negocio tienen mucho potencial en África Occidental. Debido a la estructura del mercado, los empresarios de esta región poseen excelentes habilidades para adaptar sus modelos de negocio a los consumidores de renta baja.

Los modelos de negocio inclusivos son solo un ejemplo de las numerosas maneras en que el sector privado puede contribuir a resolver “la carencia de acceso universal a la energía (renovable)” y la “pobreza energética”. Pueden contribuir a crear soluciones energéticas holísticas y contextuales que supongan un apoyo a los esfuerzos de desarrollo sostenible en África Occidental y a un entorno limitado en cuanto a energía y recursos.

Por tanto, se necesitan de manera apremiante colaboraciones efectivas público-privadas que permitan crear los marcos, la capacidad y los incentivos adecuados para promover los negocios inclusivos. Esta cooperación será el garante de que África Occidental pueda construir lo que necesita para el futuro: una región sostenible dentro de un continente emergente en la cual 325 millones de personas puedan vivir dignamente respetando los límites de un planeta en constante cambio.

NOTAS

1. Denominado oficialmente *White Paper for a Regional Policy geared towards increasing access towards increasing access to energy services for rural and periurban populations in order to achieve the MDGs* (Libro Blanco para una política regional orientada a ampliar el acceso al suministro energético para las poblaciones urbanas y periurbanas para alcanzar los ODM), 2005, CEDEAO.
2. *The business of inclusion: sustainable and equitable solutions*, por Marcel Engel y Filippo Veglio, en la reunión de los ministros de la Commonwealth “Trade and Investment for Prosperity”, Australia, 28-30 octubre 2011.
3. Instituto Mundial de los Recursos (2007): “The Next Four Billion”. Disponible en <http://www.wri.org/publication/the-next-4-billion>
4. www.endeva.org. Soluciones empresariales para el desarrollo. La misión de Endeva consiste en inspirar y apoyar soluciones empresariales para los problemas más acuciantes del mundo: que la pobreza se convierta en algo del pasado y conservar los ecosistemas para el futuro
5. www.inclusivebusiness.org, del WBCSD y SNV.

6. www.inclusivebusiness.org, del WBCSD y SNV.
7. http://www.europarl.europa.eu/intcoop/acp/04_regional/pdf/magbagbeola_en.pdf
8. Instituto Mundial de los Recursos (2007): "The Next Four Billion". Disponible en <http://www.wri.org/publication/the-next-4-billion>
9. Instituto Mundial de los Recursos (2007): "The Next Four Billion". Disponible en <http://www.wri.org/publication/the-next-4-billion>
10. Denominado oficialmente *White Paper for a Regional Policy geared towards increasing access towards increasing access to energy services for rural and periurban populations in order to achieve the MDGs* (Libro Blanco para una política regional orientada a ampliar el acceso al suministro energético para las poblaciones urbanas y periurbanas para alcanzar los ODM), 2005, CEDEAO.
11. *Renewable Energies in West Africa, Regional report on Potential and Markets – 17 country analyses* (Energías renovables en África Occidental, informe regional sobre potencial y mercados: 17 análisis por país), 2009, GIZ.
12. *Renewable Energies in West Africa, Regional report on Potential and Markets – 17 country analyses* (Energías renovables en África Occidental, informe regional sobre potencial y mercados: 17 análisis por país), 2009, GIZ.
13. *Renewable Energies in West Africa, Regional report on Potential and Markets – 17 country analyses* (Energías renovables en África Occidental, informe regional sobre potencial y mercados: 17 análisis por país"), 2009, GIZ.
14. <http://www.growinginclusivemarkets.org/>
15. <http://www.businessfightspovetry.org/profiles/blogs/resources-for-practitioners-inclusive-business-models-in-the>; Recursos para profesionales: modelos de negocio inclusivos en el sector energético, publicados por el editor de BFP el 27 de febrero de 2012 a las 10.30 horas.
16. Fragmentos extraídos de los propios informes.

AUTOR

Willem Adrianus Bron. Responsable país de programas de EERR en Burkina Faso, SNV.

www.snvworld.org

INICIATIVAS PARA FOMENTAR LA INVERSIÓN EN ENERGÍAS RENOVABLES DEL ECREEE: EREF Y EREI

DAVID VILAR, MARTIN LUGMAYR,
AMINATA FALL Y MAHAMA KAPPIAH
ECREEE

RESUMEN

Este artículo presenta los mecanismos que el ECREEE tiene establecidos para promover la financiación e inversión en energías renovables y eficiencia energética en la región de la CEDEAO (Comunidad Económica de los Estados de África del Oeste). El EREF de la CEDEAO es un fondo de pequeñas subvenciones dirigido a modelos empresariales rurales y periurbanos que buscan mejorar el acceso a la energía en la región. EREI de la CEDEAO es una estrategia con múltiples actividades para atraer y promover inversiones en infraestructuras de mediana y gran escala de energías renovables en la región.

Palabras clave: financiación, inversiones, CEDEAO, energías renovables.

1. INTRODUCCIÓN

El sector de la energía en África Occidental se enfrenta a muchos problemas, entre los que cabe destacar los siguientes:

- Falta de acceso a servicios energéticos modernos de alrededor de un 60% de la población.
- Creciente demanda de electricidad, especialmente en áreas periurbanas y rurales.
- Problemas en los sistemas de producción debido a la dependencia de combustibles fósiles e instalaciones antiguas.
- Coste elevado de la energía.
- Los efectos del cambio climático demandan la mitigación de las emisiones de gases con efecto invernadero y la adaptación de los sistemas energéticos.

A pesar de los abundantes recursos de energías renovables existentes en la región de la CEDEAO, se sabe que, en general, sin inversiones importantes en marcos normativos e infraestructuras de energías renovables en África Occidental, los objetivos de acceso a servicios energéticos modernos, seguridad energética y cambio climático de la región no pueden conseguirse simultáneamente en las próximas décadas. Se requieren inversiones considerables para incrementar el desarrollo de los mercados de energías renovables en la región de la CEDEAO.

La experiencia ha demostrado asimismo que la implementación con éxito de programas de energías renovables no solo depende de una correcta gestión de los proyectos, sino también, en gran medida, de la voluntad política, la regulación adecuada de los mercados y las capacidades técnicas y humanas disponibles. Mientras que los fondos de inversión para actividades relacionadas con las energías renovables están en aumento a nivel mundial, la región de la CEDEAO tan solo ha conseguido atraer parte de dichas inversiones. Existe, pues, una necesidad patente de aumentar urgentemente los esfuerzos conducentes a la mejora del marco regulatorio y de inversiones en materia de energías renovables, en los países miembros de la CEDEAO.

La inversión en energías renovables va en aumento, tanto a nivel mundial como en los países en vías de desarrollo. Aunque hay

pocas entidades e inversores en África Occidental, existe un interés incipiente por parte del sector privado. La Comisión de la CEDEAO sacará provecho de este interés introduciendo políticas adecuadas y marcos regulatorios propicios que generen la confianza de los inversores.

2. EL SECTOR DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES DE ÁFRICA OCCIDENTAL COMO OPORTUNIDAD DE INVERSIÓN

El sector de las energías renovables en África Occidental presenta magníficas oportunidades de inversión por los siguientes motivos:

- El mercado de la energía está en continuo crecimiento en los Estados miembros de la CEDEAO. No obstante, la capacidad instalada aumenta a un ritmo inferior al crecimiento de la demanda. Los diferentes patrones de la oferta y la demanda dan como resultado un déficit de la oferta. En consecuencia, hay una demanda que satisfacer y la producción energética debe incrementarse drásticamente.
- Los mercados mundiales de combustibles fósiles se han caracterizado, desde 2003, por sus precios elevados y su volatilidad. Así, el antiguo modelo de suministro de servicios energéticos utilizando combustibles puede no ser capaz de satisfacer la demanda energética creciente de la región, al no ser suficiente ni asequible. Al mismo tiempo, los costes de las tecnologías de energías renovables están disminuyendo continuamente en los últimos años y se prevé que descendan aún más.
- Nuevos marcos reguladores se encuentran en trámite de elaboración, a nivel regional y nacional, en muchos países. Cabo Verde, Ghana y Senegal han aprobado legislación sobre energías renovables.

Se citan a continuación algunos ejemplos y acciones facilitadoras de la promoción de inversiones en energías renovables en la región de la CEDEAO:

- El Gobierno de Senegal aprobó una Ley de energías renovables en 2010 y se encuentra gestionando una cartera de proyectos que incluye, entre otras formas de energías renovables, la explotación de recursos eólicos en la parte norte del país.
- El Gobierno de Cabo Verde adoptó una Ley de energías renovables en 2011 y ha aprobado un plan de inversiones para alcanzar un 50% de penetración de energías renovables de aquí a 2020.
- El Gobierno de Ghana aprobó una Ley de energías renovables en 2011 con una cuota obligatoria de energías renovables del 10% y se encuentra, en la actualidad, definiendo el Decreto de Feed-in-Tariff.
- El Gobierno de Gambia se encuentra actualmente elaborando unas políticas de energías renovables y un marco regulador para atraer al país a inversores en energías renovables.
- Algunos países de la CEDEAO están identificando distintas micro-redes de energías renovables en zonas rurales y estableciendo el marco regulador para atraer inversores y promotores de este tipo de proyectos.
- En 2008, ADDAX inició el proyecto de producción de etanol de Makeni en Sierra Leona (MEPP, según sus siglas en inglés), que estará operativo en 2013. El proyecto promueve la producción de bioetanol para uso doméstico, para suministrar energía a la red y para exportar energía.
- En 2010, Cabo Verde encargó el primer productor independiente de energía eólica de 0,5 MW.
- En 2010, Cabo Verde encargó dos parques fotovoltaicos conectados a la red de 2,5 y 5 MW, respectivamente.
- En 2011, Cabo Verde, a través del proyecto Cabeólica, inauguró el mayor parque eólico de la región (25 MW).
- La Delegación de la Unión Europea en Burkina Faso está financiando una importante inversión en energía fotovoltaica de 20 MW.
- En 2012, la Autoridad del Río Volta (VRA, según sus siglas en inglés) y el Comité Regulador y de Servicios Públicos (PURC, según sus siglas en inglés) de Ghana acordaron la compra de electricidad de una central de energía solar fotovoltaica de 2 MW. VRA también persigue la instalación en el país de centrales fotovoltaicas de 10 MW y de parques eólicos de 100 a 150 MW.

3. PRINCIPALES PROBLEMAS DE LAS INVERSIONES EN EL SECTOR DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES DE ÁFRICA OCCIDENTAL

3.1. LOS COSTES DE CAPITAL REPERCUTEN EN EL PRECIO DE COMPRA DE LA ELECTRICIDAD

El precio de la energía establecido como objetivo en el Libro Blanco de la CEDEAO reviste especial importancia en materia de energías renovables. Para que los servicios energéticos se suministren a precios asequibles se necesita producir con costes competitivos. En el caso de los proyectos de energías renovables, ello supone poder financiar costes iniciales como estudios de viabilidad, y otros costes menores de capital que constituyen parte esencial de la viabilidad económica del proyecto. La estructura del capital es básicamente una mezcla de patrimonio, deuda y subvenciones. Las percepciones erróneas acerca del riesgo de esos componentes del capital tienen repercusiones en el coste del capital y podrían reducirse con información fiable sobre instrumentos de reducción de riesgos, como garantías de riesgo parcial y mecanismos innovadores de financiación de proyectos. Con la creación de un vínculo entre los promotores de proyectos y sus socios financieros y potenciales inversores en los proyectos de energías renovables de la región, el ECREEE pretende movilizar apoyo financiero para tales proyectos.

3.2. LA CONTRIBUCIÓN DEL SECTOR PÚBLICO A LA FINANCIACIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES

Los gobiernos y organismos públicos han de desempeñar un papel fundamental en el desarrollo de las energías renovables en África Occidental. Aún existen percepciones erróneas en cuanto al coste de las tecnologías de energías renovables y los factores de riesgo asociados que influyen en dicho coste. Según la Agencia Internacional de la Energía (IEA, según sus siglas en inglés), el desarrollo de grandes proyectos de energías renovables necesita el apoyo de las instituciones públicas, en concreto de gobiernos y bancos de desarrollo e inversiones. La contribución del sector público debería incluir:

- Concienciación por parte de los gobiernos para difundir información fiable sobre tecnologías, costes y riesgos asociados a las energías renovables y demostración de que las inversiones en energías renovables pueden resultar ventajosas a largo plazo. Los gobiernos también pueden fomentar con su ejemplo la aceptación pública y corporativa de las tecnologías renovables, instalando tecnologías de energías renovables en edificios públicos.
- Algunos países africanos han lanzado el desarrollo de las energías renovables eximiendo a los equipamientos de energías renovables del pago de impuestos y aranceles de importación. En consecuencia, las energías renovables se convierten en una opción más atractiva para los hogares privados y empresas a la hora de satisfacer sus necesidades energéticas.
- Los gobiernos ocupan posiciones influyentes en juntas y comités de inversión y bancos de desarrollo que pueden utilizar para establecer políticas de préstamo favorables a las energías renovables (obligación de los bancos comerciales de que parte de su cartera esté constituida por inversiones en energías renovables y eficiencia energética).
- Dado que las tecnologías de energías renovables todavía están en proceso de desarrollo, debería haber políticas dirigidas a promover el valor añadido a la fabricación local de tecnologías de energías renovables que favorezcan un desarrollo sostenible, teniendo en cuenta la evolución inversa del valor en el producto y los servicios a los que el producto da acceso.

3.3. LA CONTRIBUCIÓN DEL SECTOR PRIVADO A LA FINANCIACIÓN DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES

La cantidad de inversión requerida para el desarrollo de energías renovables en la región justifica la implicación del sector privado que puede potenciarse con la contribución del sector público. En el sector privado se incluyen los bancos comerciales, empresas de servicios energéticos (ESCOs, según sus siglas en inglés) y fondos de pensiones. Estos últimos tienen un interés especial en el contexto de crisis financiera donde muchos sectores de servicios pierden bastante atractivo. Los proyectos de infraestructuras de energías renovables

necesitan elevadas inversiones iniciales que estos fondos movilizan fácilmente y la rentabilidad a largo plazo de la inversión satisface a dichas organizaciones.

Por tanto, el sector privado, animado por la participación del sector público, puede contribuir a la inversión en el sector de las energías renovables de la región.

4. ACCIONES DEL ECREEE PARA ATRAER INVERSIONES EN ENERGÍAS RENOVABLES EN ÁFRICA OCCIDENTAL

La Comisión de la CEDEAO, en el marco de su mandato para contribuir al desarrollo sostenible de la región, se compromete a superar las dificultades en el sector de la energía para garantizar el acceso a energía moderna y fiable, a precios asequibles. Con esta finalidad:

- En 2006, la CEDEAO adoptó el Libro Blanco sobre la mejora del acceso a los servicios energéticos para la población de la región, centrado en las zonas rurales y periurbanas. El Libro Blanco especifica que un 20% de las nuevas inversiones en el sector energético debería ser en recursos locales de energías renovables.
- En 2010, el Consejo de Ministros de la CEDEAO con el apoyo de los Gobiernos de Austria y España y de la Agencia de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI, según sus siglas en inglés) estableció el Centro para las Energías Renovables y la Eficiencia Energética de la CEDEAO (ECEEE). El objetivo específico del ECREEE es crear un marco de condiciones favorables y un entorno propicio a los mercados de energías renovables y eficiencia energética, mediante actividades de apoyo dirigidas a atenuar las barreras existentes. Tales actividades incluyen el desarrollo de políticas, fomento de la capacidad, concienciación, gestión de conocimientos, así como promoción empresarial y de la inversión.
- En octubre de 2012, los ministros de energía de la CEDEAO adoptaron la política regional de energías renovables y eficiencia energética, estableciendo objetivos ambiciosos para la región en

los próximos 10 y 15 años. Estas políticas regionales servirán para guiar los esfuerzos de la región en la utilización de tecnologías y recursos de energías sostenibles, especialmente en nuestra lucha por alcanzar el acceso universal a la energía. La ejecución de tales políticas, a nivel regional y nacional, facilitará las inversiones en energías renovables, eliminando las barreras existentes al desarrollo de dichas tecnologías en la región de la CEDEAO.

- En octubre de 2012, el ECREEE puso en marcha el Observatorio de la CEDEAO para las energías renovables y la eficiencia energética (ECOWREX) con el objetivo de impulsar la gestión de conocimientos, la creación de redes, la promoción y el refuerzo de las capacidades de energías renovables y eficiencia energética, salvando las barreras de conocimiento y de información que obstaculizan las inversiones en energías renovables y eficiencia energética, existentes en la región de la CEDEAO.

Con el fin de promover la inversión en el sector de energías renovables, el ECREEE inició dos acciones en 2011:

1. Una primera convocatoria de proyectos, dentro del marco del Fondo para las Energías Renovables de la CEDEAO (EREF). El EREF está otorgando subvenciones a proyectos de energías renovables a pequeña escala identificados en la región. Los 41 proyectos seleccionados por el EREF están siendo implementados con la ayuda del ECREEE.
2. Para proyectos a mediana y gran escala, el ECREEE estableció la Iniciativa de la CEDEAO para las Inversiones en Energías Renovables (EREI) con el objetivo principal de facilitar la comunicación entre promotores y financieros interesados en el sector de las energías renovables en África Occidental.

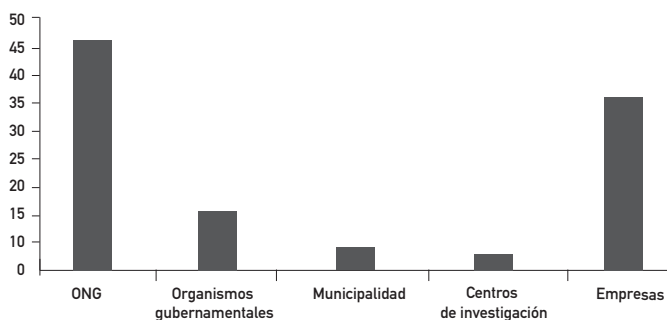
Ambas iniciativas forman parte de un esfuerzo del centro para ejecutar las inversiones en energías renovables recogidas en el libro blanco de la CEDEAO sobre mejora del acceso a los servicios energéticos de la población de la región, centrado en las zonas rurales y periurbanas.

4.1. FONDO PARA LAS ENERGÍAS RENOVABLES DE LA CEDEAO (EREF)

La implementación de un Fondo para las Energías Renovables de la CEDEAO (EREF) se lleva a cabo en ejecución de la línea de actuación número 2 del Libro Blanco de la CEDEAO/UEMOA (Unión Económica y Monetaria de África Occidental) que exige un fondo de inversión para proyectos de energías renovables y eficiencia energética, con el fin de obtener financiación para, al menos, 200 proyectos y prestar apoyo a empresas locales de fabricación y servicios. El Fondo contribuye respondiendo a la apremiante necesidad de inversión en zonas rurales y periurbanas de África Occidental, donde el acceso a servicios energéticos sigue siendo difícil. El EREF se centra en proyectos de energías renovables y eficiencia energética a pequeña y mediana escala, principalmente en zonas rurales y periurbanas. Se convocó una primera licitación en 2011, recibándose 166 propuestas de promotores de los 15 países miembros. 41 de dichos proyectos fueron aprobados como adjudicatarios de la subvención, tras un proceso de valoración en dos fases y una evaluación externa. Los proyectos seleccionados son de distintos promotores, el gráfico 1 muestra el tipo de solicitante en porcentaje de proyectos aprobados.

GRÁFICO 1

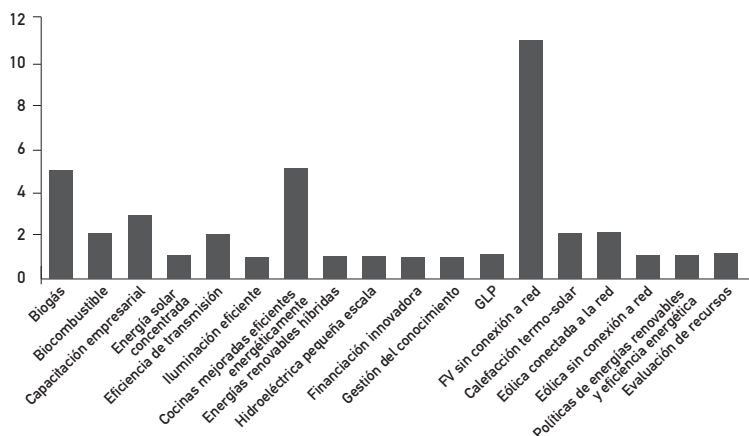
TIPO DE SOLICITANTE EN PROPORCIÓN DE PROYECTOS APROBADOS



Los proyectos aprobados se centran en diferentes temas relativos a las energías renovables y la eficiencia energética. El gráfico 2 muestra la temática de los 41 proyectos aprobados.

GRÁFICO 2

TEMÁTICA DEL EREF DE PROYECTOS APROBADOS



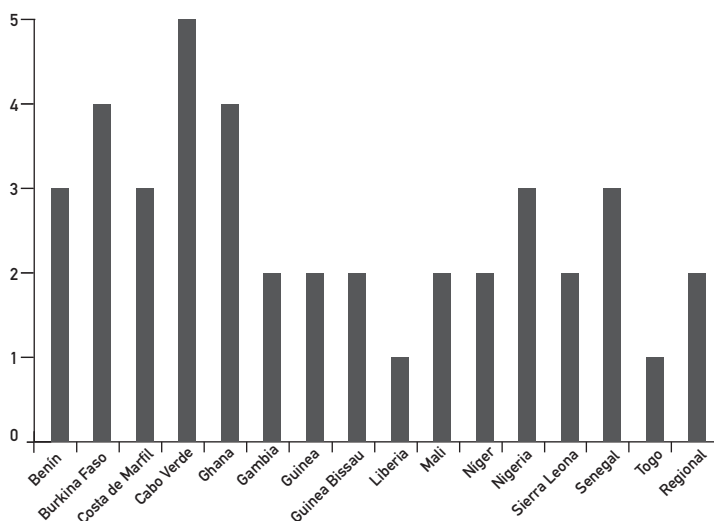
La implementación de los proyectos aprobados comenzó en noviembre de 2012 y se esperan los siguientes resultados:

- Aumento del acceso a servicios energéticos modernos en áreas desfavorecidas mediante el uso de recursos locales y reducción de externalidades negativas derivadas de la energía.
- Fortalecimiento de las capacidades de ejecutores y promotores de proyectos a pequeña y mediana escala, con apoyo del ECREEE, para mejorar la calidad de las propuestas durante la segunda fase del proceso de evaluación.
- Contribución al fortalecimiento de la capacidad de los beneficiarios del proyecto con un importante componente de capacitación en las actividades de los proyectos aprobados.
- Contribución al desarrollo de la economía local.
- Transferencia de conocimientos mediante la difusión de las lecciones aprendidas, a través del Observatorio de Energías Renovables y Eficiencia Energética de la CEDEAO (ECOWREX) y publicación por parte de los promotores de los proyectos financiados.

- Gran visibilidad del ECREEE y sus instituciones de enlace nacionales sobre el terreno y de cara al sector privado.
- Reforzar la base de conocimientos y las capacidades de la secretaría del ECREEE.

GRÁFICO 3

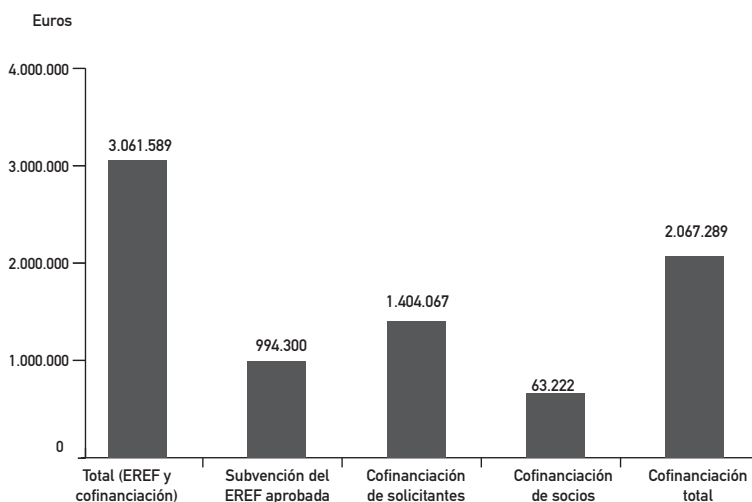
DISTRIBUCIÓN DE PROYECTOS APROBADOS DEL EREF POR PAÍS DE LA CEDEAO



La iniciativa EREF se implementa con la ayuda de los Gobiernos de Austria y España, en concordancia con la Declaración de París sobre la Eficacia de la Ayuda al Desarrollo, que exige un fortalecimiento de la implicación local, de las capacidades y un mayor uso de los sistemas locales para implementar la ayuda al desarrollo. El diseño del Fondo se basa en un concepto de eficacia demostrada ya implementado en Centroamérica, el Mekong, la Región Andina y África Austral.

GRÁFICO 4

SUBVENCIONES Y COFINANCIACIÓN APROBADA DEL EREF. EFECTO IMPULSOR MEDIO DE LAS SUBVENCIONES DEL EREF DEL 68%



Con la finalización de la primera convocatoria del EREF, el personal del ECREEE marcó un hito importante. El Comité Técnico del EREF para zonas rurales y periurbanas aprobó 41 proyectos con un volumen total de 3 M€. El ECREEE está cofinanciando con alrededor de 1 M€ (véase informe adjunto —aproximadamente un 25% de las notas conceptuales recibidas han sido aprobadas). El fondo será gestionado por el ECREEE con la asistencia técnica de ONUDI y cofinanciará los proyectos seleccionados con 1 M€ de la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID) y la Cooperación Austriaca para el Desarrollo (ADC). Los proyectos se implementarán a lo largo de los dos próximos años.

4.2. INICIATIVA DE LA CEDEAO PARA LAS INVERSIONES EN ENERGÍAS RENOVABLES (EREI)

El ECREEE lanzó la iniciativa EREI como parte de su mandato de atraer inversiones en proyectos de energías renovables en la región de África Occidental. EREI está concebida como un compromiso de

la CEDEAO de promover la implementación de centrales energéticas de energías renovables a mediana y gran escala para paliar las dificultades energéticas de la región.

El objetivo de EREI es ofrecer apoyo a la implementación de proyectos de energías renovables mediante la creación de una plataforma que vincule a promotores y financieros interesados.

Los objetivos a medio plazo de EREI son los siguientes:

- Fomentar y apoyar la inversión para promover proyectos de infraestructuras de energías renovables en África Occidental.
- Facilitar la ejecución de proyectos de inversión en energías renovables en la región.
- Vincular a los distintos interesados involucrados en la financiación y el desarrollo de proyectos de infraestructuras de energías renovables en África Occidental.
- Reducir la percepción equivocada sobre los costes de inversión en proyectos de energías renovables en África Occidental mediante valoraciones del ECREEE.
- Crear un vínculo entre promotores de proyectos y socios financieros y potenciales inversores de dichos proyectos de infraestructuras.
- Convertirse en punto de enlace para los interesados en el sector de las energías renovables en África Occidental.
- Financiar actividades preparatorias y de viabilidad de proyectos de infraestructuras de energías renovables en la región.
- Hacer que el sector de las energías renovables en África Occidental sea más atractivo a los ojos de la inversión extranjera directa (DFI, según sus siglas en inglés).
- Ofrecer información fiable y actualizada sobre proyectos de energías renovables existentes, identificados en la región,

Dentro del contexto de la iniciativa EREI, el ECREEE inició el inventario de todos los proyectos de infraestructuras de energías renovables a mediana y gran escala de la región, con el apoyo de su red de instituciones de enlace nacionales (NFI, según sus siglas en inglés). Al final del proceso, se han registrado 156 proyectos en la región, en distinto estadio de desarrollo. De esos proyectos,

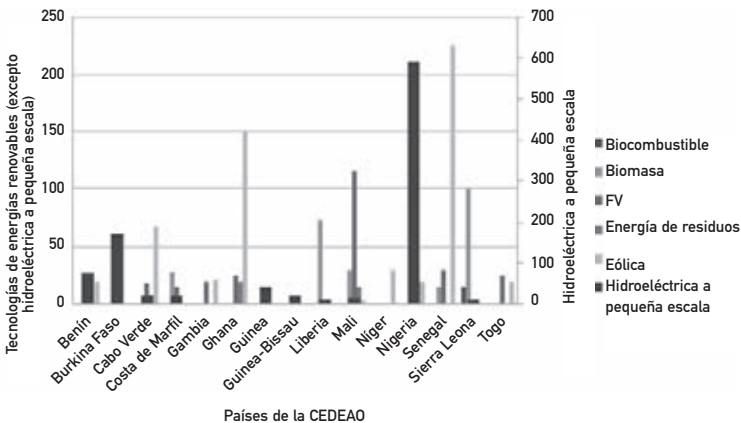
64 han alcanzado un nivel suficiente de desarrollo (e información disponible) para ser considerados proyectos identificados, el resto se encuentra todavía en un estadio muy incipiente de madurez. De entre esos 64 proyectos, algunos ya han alcanzado su cierre financiero o están en una fase muy avanzada. El ECREEE recogió los proyectos restantes para prestarles asistencia directa en su ejecución. Se entregaron 41 proyectos al gabinete británico Sinclair Knight Merz Limited (SKM) para un estudio de alto nivel que sirviera de apoyo en los debates de las reuniones entre promotores y financieros.

Las características de esos proyectos son:

- Capacidad instalada de 1 a 100 MW.
- Tecnologías de energías renovables: solar fotovoltaica, eólica, hidroeléctrica pequeña escala, energía a partir de residuos y biomasa.
- Tipo de central energética: conectada a la red y red aislada.
- Ubicación: en los 15 países de la CEDEAO.

GRÁFICO 5

CAPACIDAD DE INSTALACIÓN IDENTIFICADA POR TECNOLOGÍA DE LOS PROYECTOS EN CURSO EN EREI



CUADRO 1

NÚMERO DE PROYECTOS EN LA LISTA DE EREI

PAÍS CEDEAO	BIO COMBUSTIBLE	BIOMASA RURAL	FV	HIDRO PEQUEÑA	ENERGÍA DE RESIDUOS	EÓLICA	TOTAL
Benín			1	3		1	5
Burkina Faso			3	29			32
Cabo Verde			6	1	2	11	20
Costa de Marfil		2	1	1			4
Gambia			1			3	4
Ghana			2		1	2	5
Guinea				3			3
Guinea-Bissau			1	1			2
Liberia		3		2			5
Mali		1	13	7	1	2	24
Níger						1	1
Nigeria			2	7	1	1	11
Senegal		1	2			3	6
Sierra Leona	1	1		1			3
Togo			2			1	3
TOTAL GENERAL	1	8	34	55	5	25	128

CUADRO 2

CAPACIDAD INSTALADA IDENTIFICADA DE LOS PROYECTOS EN LA LISTA DE EREI

PAÍS CEDEAO	BIO COMBUSTIBLE	BIOMASA RURAL	FV	MINI HIDRÁULICA	RESIDUOS URBANOS	EÓLICA	TOTAL GENERAL
Benín			6	75		20	101
Burkina Faso			43	171			215
Cabo Verde			19	20	8	68	114
Costa de Marfil		28	15	20			63
Gambia			20			21	41
Ghana			25		20	150	195
Guinea				43			43
Guinea-Bissau			5	20			25
Liberia		73		12			85
Mali		30	115	16	15	3	180
Níger						30	30
Nigeria			40	591	20	20	671

CUADRO 2 (CONT.)

CAPACIDAD INSTALADA IDENTIFICADA DE LOS PROYECTOS EN LA LISTA DE EREI

PAÍS CEDEAO	BIO COMBUSTIBLE	BIOMASA RURAL	FV	MINI HIDRÁULICA	RESIDUOS URBANOS	EÓLICA	TOTAL GENERAL
Senegal		15	30			225	270
Sierra Leona	15	100		10			125
Togo			25			20	45
TOTAL GENERAL	15	246	343	978	63	557	2.201

4.3. FORO DE INVERSIÓN EN ENERGÍAS RENOVABLES DE LA CEDEAO

El Foro de Inversión y Empresas de Energías Renovables de la CEDEAO es el escaparate de EREI, donde, periódicamente, se reúnan inversores, prestamistas y promotores de proyectos de energías renovables en África Occidental, bajo los auspicios y con la protección de los gobiernos de la CEDEAO, a través de su agencia especializada ECREEE. El objetivo principal del foro es crear un marco permanente a través del cual financiadores y promotores de proyectos puedan reunirse a debatir sobre las oportunidades existentes en la industria de las energías renovables de África Occidental y las principales cuestiones a abordar, con el ECREEE como facilitador.

A la primera edición del foro, celebrada el 27 y 28 de septiembre en Dakar, acudieron aproximadamente 90 participantes de Senegal, de otros países miembros de la CEDEAO, Europa y Estados Unidos. Los participantes eran, en su mayoría, financiadores, promotores de proyectos, donantes y analistas de mercado interesados en ampliar sus conocimientos sobre las oportunidades de inversión en el mercado de las energías renovables de África Occidental.

Las actividades desarrolladas durante el encuentro deberían dar los siguientes resultados:

- Establecimiento del puente de comunicación entre promotores de proyectos de energías renovables y socios financieros.
- Concienciación sobre el cambio de paradigma en el sector energético para introducir las energías renovables en la electrificación urbana y rural.

- Elaboración de un listado de los socios financieros interesados en aportar capital a proyectos de energías renovables en África Occidental.

El ECREEE ya se ha comprometido a organizar la segunda edición de este foro a mediados de 2013. La iniciativa EREI debería convertirse en una plataforma para que los interesados intercambiasen proyectos e inversiones en energías renovables.

Las acciones fundamentales para el desarrollo de EREI, se centrarán en los puntos siguientes:

1. Inclusión del Foro EREI en el orden del día de los principales eventos de financiación de energías renovables.
2. Establecimiento de un comité de dirección para la selección de los proyectos que serán presentados en las reuniones anuales; deben fijarse criterios para definir las instituciones/organizaciones miembros de dicho comité.
3. Comunicación de actividades de la iniciativa EREI: el diseño de un portal de inversiones en la nueva página web del ECREEE, diseño de los productos de comunicación y seguimiento en los medios de comunicación social, así como inclusión de una base de contactos de EREI para facilitar la comunicación personal con los interesados.
4. Identificación de otros socios y promotores, dentro y fuera de la comunidad financiera de África Occidental.

5. CONCLUSIÓN

Con la iniciativa EREI, el ECREEE comienza un proceso apasionante y ambicioso para facilitar la construcción de infraestructuras de energías renovables en África Occidental, con el apoyo de los participantes de la primera edición del foro. En efecto, las importantes oportunidades que ofrece el sector de las energías renovables en África Occidental demandan medidas urgentes para reducir el número de barreras que obstaculizan su explotación, entre las que se encontraría la movilización de fondos para los proyectos existentes.

Muchos de estos proyectos cuentan con estudios concluyentes de viabilidad y para algunos de ellos se está buscando financiación, pero todavía quedan vacíos por llenar. El ECREEE se ha comprometido al desarrollo de mecanismos y acciones innovadores para colmar tales vacíos. En los próximos años, el ECREEE seguirá organizando e implementando un programa a largo plazo que sea eficiente para promover las inversiones en energías renovables, centrado en favorecer a la industria de las energías renovables y a la población de África Occidental.

AUTORES

David Vilar. Asistencia técnica de AECID en el ECREEE.

Martin Lugmayr. Experto en energías renovables en el ECREEE/ONUDI.

Aminata Fall. Asistente de proyectos en el ECREEE.

Mahama Kappiah. Director Ejecutivo en el ECREEE.

www.ecreee.org

El Centro Regional de Energías Renovables y Eficiencia Energética de la CEDEAO (ECREEE), el Instituto Tecnológico de Canarias (ITC) y Casa África han elaborado esta publicación sobre el estado de las energías renovables en África del Oeste compilando artículos de varios autores e instituciones de referencia en la región y en el ámbito internacional.

El objetivo es presentar la situación actual y las tendencias de desarrollo de las energías renovables en África Occidental, enmarcadas en el contexto internacional. Este libro es una contribución también al Año Internacional de la Energía Sostenible para Todos de Naciones Unidas y complementario a las acciones de difusión y gestión de conocimiento de ECREEE y al proyecto RENOW (MAC/3/C182), que pretende elaborar estrategias para el desarrollo de las energías renovables en el Espacio Atlántico Euroafricano, liderado por el ITC.

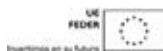
En esta publicación se pueden encontrar artículos sobre los marcos regulatorios y el estado del arte de las tecnologías de energías renovables tanto en África del Oeste como a nivel internacional, así como experiencias reales del sector en la región.



Con el soporte de:



Con financiación de:



IBIC: KNBT/1HFD



ISBN: 978-84-8198-874-1