

ENERGÍAS RENOVABLES COMO INSTRUMENTO DE LUCHA CONTRA LA POBREZA



**Pedro Caldentey del Pozo
Pilar Navarro Rodríguez
María José Vázquez de Francisco
(Coords.)**

Publicación:

Las energías renovables como instrumento de lucha contra la pobreza

Coordinación académica y de la edición:

Pedro Caldentey del Pozo
Pilar Navarro Rodríguez
María José Vázquez de Francisco

Edición:

Fundación ETEA para el Desarrollo y la Cooperación
Escritor Castilla Aguayo, 4
14004 Córdoba - España
www.fundacionetea.org

Esta publicación forma parte del Seminario Internacional "Energías Renovables como instrumento de lucha contra la pobreza, financiado por la Secretaría General de Cooperación Internacional para el Desarrollo (SGCID). El contenido es responsabilidad exclusiva de los autores y no refleja necesariamente la opinión de la SGCID.



Reconocimiento – No Comercial – Sin Obra Derivada 3.0 España

Esta obra está licenciada bajo la Licencia Creative Commons. Estos materiales están pensados para que tengan la mayor difusión posible y que, de esa forma, contribuyan al conocimiento y al intercambio de ideas. Se autoriza su reproducción siempre que se cite la fuente y se realice sin ánimo de lucro. Se permite libremente copiar, distribuir y comunicar esta obra siempre y cuando se reconozca la autoría y no se use para fines comerciales. No se puede alterar, transformar o generar una obra derivada a partir de esta obra.

Para ver una copia de esta licencia, visita:

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/>

ÍNDICE

PREÁMBULO. <i>María José Vázquez de Francisco</i>	4
LAS ENERGÍAS RENOVABLES COMO EJE DE LUCHA CONTRA LA POBREZA EN EL MUNDO: PERSPECTIVA ÉTICA Y SOCIAL. <i>Ildefonso Camacho Laraña, s.j.</i>	6
ENERGÍA Y SOSTENIBILIDAD CONTRA LA POBREZA. <i>Pilar Navarro Rodríguez</i>	9
ACCESO UNIVERSAL A LA ENERGÍA Y LUCHA CONTRA LA POBREZA. <i>Andrés González García e Ignacio Pérez Arriaga</i>	19
LAS COCINAS SOLARES, CÓMO SALVAR VIDAS Y REDUCIR EL CONSUMO ENERGÉTICO. <i>Antonio Lecuona Neumann</i>	34
GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA A TRAVÉS DE MICROHIDROCENTRALES EN ALDEAS REMOTAS DEL OCCIDENTE DE HONDURAS. <i>Adolfo Martínez</i>	44
DECÁLOGO DE PROPUESTAS: LAS ENERGÍAS RENOVABLES COMO INSTRUMENTO DE LUCHA CONTRA LA POBREZA EN LA NUEVA AGENDA DEL DESARROLLO POST 2015. <i>Pedro Caldentey del Pozo</i>	50

PREÁMBULO

María José Vázquez de Francisco¹

Este trabajo es el resultado de la recopilación de contenidos y ponencias realizadas en el Seminario *Energías Renovables como Instrumento de Lucha contra la Pobreza*, celebrado el día 24 de noviembre de 2014 en Sevilla, organizado por la Fundación ETEA para el Desarrollo y la Cooperación y el Instituto de Investigación Loyola-Abengoa Research.

El objetivo que nos planteamos con este Seminario fue contribuir a la definición de la Agenda Post-2015 en el área temática del desarrollo sostenible, mediante la reflexión conjunta académica y profesional sobre la gestión del agua y la energía.

Se buscaba además un doble impacto a medio plazo: por un lado, un impacto en la política de cooperación española y su aportación a la Agenda Post-2015 en lo referente a este tema, de manera informada y con una base de investigación académica con raíces en la práctica; y por otro, alimentar la línea de investigación universitaria sobre el uso de energías en la lucha contra la pobreza, que se está creando en el seno de la Universidad Loyola Andalucía y que podrá tener conexiones claras con otras instituciones universitarias de la Compañía de Jesús en países empobrecidos, fundamentalmente en América Latina, gracias a la red que estas forman.

En el Seminario participaron un total de 70 personas de ámbitos tan dispares como la administración pública, la empresa privada, la universidad y el mundo de la investigación y el tercer sector, representado por algunas organizaciones no gubernamentales de desarrollo. Tan variada asistencia es muestra del interés que suscita el tema de las energías renovables hoy día, en un entorno en el que permanentemente recibimos mensajes sobre la urgencia de “sanar un mundo herido”² por la pobreza, la desigualdad y la injusticia, y en el que el uso de las energías renovables como fuente energética puede suponer un salto hacia adelante en la lucha contra esas enfermedades.

Como institución que contribuye al desarrollo de las personas más desfavorecidas, la Fundación ETEA para el Desarrollo y la Cooperación no puede quedar al margen de una cuestión tan relevante como la pobreza energética. Nuestra experiencia de trabajo de más de 25 años en cooperación al desarrollo en diferentes zonas del

¹ María José Vázquez de Francisco es Investigadora de la Fundación ETEA para el Desarrollo y la Cooperación y profesora del Departamento de Economía de la Universidad Loyola Andalucía. Candidata al grado de Doctora en el área de evaluación de la cooperación al desarrollo. Anteriormente trabajó en consultoría para Deloitte. Cuenta con una experiencia de 15 años en el campo del desarrollo, habiendo coordinado proyectos de cooperación en diferentes países tanto en terreno como desde España (Nicaragua, Guatemala, Honduras, El Salvador, Ecuador, Marruecos y Timor Oriental). Durante este tiempo ha realizado múltiples evaluaciones de intervenciones tanto de ONGD como financiadas por organismos internacionales (NN.UU. y Unión Europea) en Nicaragua, Honduras, Cuba, Marruecos y Perú. En los últimos años ha centrado su investigación en metodologías de sistematización y evaluación orientadas a resultados, así como en el estudio del impacto de la educación superior en la mejora de las capacidades profesionales e institucionales. Contacto: mariajose.vazquez@fundacionetea.org.

² Grupo de Trabajo sobre Ecología (2011). *Sanar un mundo herido*. Ed. Secretariado para la Justicia Social y la Ecología de la Curia General de la Compañía de Jesús. Roma.

mundo nos ha enseñado que el acceso a la energía no tiene por qué venir de la mano de grandes innovaciones de ingeniería ni tecnologías de última generación.

Encontrar la solución adecuada para cada entorno, aprovechando los recursos que ofrece la naturaleza, puede estar más relacionado con una buena conjunción de conocimiento del contexto y transferencia de know-how sencillo y creativo, sobre una base de sentimiento de solidaridad que nos impulse a estar atentos a descubrir oportunidades para contribuir a mejorar la calidad de vida de los más desfavorecidos.

Esperamos que este trabajo aporte alguna luz en esa búsqueda de oportunidades.

LAS ENERGÍAS RENOVABLES COMO EJE DE LUCHA CONTRA LA POBREZA EN EL MUNDO: PERSPECTIVA ÉTICA Y SOCIAL

*Ildefonso Camacho Laraña, s.j.*³

La Fundación ETEA para el Desarrollo y la Cooperación ha llevado a cabo en los últimos 25 años numerosas iniciativas de cooperación, en Centroamérica y otros países de América Latina y en Asia. Hemos trabajado en áreas tan distintas como la docencia, los proyectos de desarrollo, el asesoramiento a universidades y a gobiernos o el intercambio de alumnos y profesores. Y esta experiencia ha permitido elaborar un pensamiento propio, riguroso y comprometido, sobre lo que debe ser la cooperación al desarrollo en un mundo marcado por la pobreza y las desigualdades estructurales.

La Universidad Loyola Andalucía ha querido incorporar el desarrollo de los pueblos en el horizonte de sus preocupaciones más relevantes: por eso lo ha colocado entre sus áreas prioritarias de investigación. Eso explica que nuestra Universidad haya establecido desde su misma creación vínculos estrechos con la Fundación ETEA, a la que considera su vehículo principal para trabajar en esta área.

La Compañía de Jesús, entidad titular de la Fundación ETEA para el Desarrollo y la Cooperación y de la Universidad Loyola Andalucía, pretende que las instituciones universitarias vinculadas a ella estén inspiradas por su misión, que incluye el compromiso por construir un mundo más justo y humano en diálogo con las diferentes culturas y moviéndose en esas fronteras donde entran en contacto los mundos conocidos con lo nuevo, lo emergente, lo alternativo. Hablar de pobreza y de lucha contra la pobreza está en perfecta sintonía con la misión de toda institución vinculada a la Compañía de Jesús. Adentrarse en el mundo emergente de las energías renovables significa entrar en diálogo con lo nuevo, en los nuevos caminos que van desbrozando las ciencias.

La última Congregación General de la Compañía de Jesús, en el año 2008, cuando quiso resumir en una palabra lo que habría de ser el aspecto más relevante de su misión en este contexto de comienzos del siglo XXI, no encontró otro concepto mejor que el de *reconciliación*, y lo desplegó en tres dimensiones: reconciliación con Dios, reconciliación con los demás y reconciliación con la creación. Y se recomendaba a las instituciones universitarias vinculadas de alguna manera a la Compañía de Jesús a “promover estudios y prácticas orientadas a enfrentar las causas de la pobreza y a mejorar el medio ambiente” (Decreto 3, n. 35)⁴. La estrecha relación que se establece aquí entre pobreza y medio ambiente sintoniza perfectamente con el tema de este trabajo: “Las energías renovables como instrumento de lucha contra la pobreza en el mundo”.

³ Ildefonso Camacho Laraña, s.j. es Catedrático de Teología Moral, Presidente del Patronato de la Fundación ETEA para el Desarrollo y la Cooperación y Presidente del Patronato de la Fundación Universidad Loyola Andalucía. Miembro de UNIJES y del Consejo de Redacción de varias revistas, como la Revista de Fomento Social o Perspectiva Teológica. Es un autor de referencia en los campos de la Doctrina Social de la Iglesia y la ética económica y empresarial, donde cuenta con cerca de un centenar de referencias académicas. Contacto: icamacho@probesi.org.

⁴ Compañía de Jesús (2008) Congregación General 35. Decretos. En línea: <http://www.sjweb.info/35/documents/Decretos.pdf>. Acceso: 10.12.2015.

Queremos subrayar la perspectiva ética y social de esta cuestión, para lo cual hacemos algunas consideraciones.

1. Una cuestión previa: ¿de qué hablamos cuando hablamos de ética? No es una pregunta retórica ni superflua. Hoy se habla más de ética que hace unos años. Pero el discurso ético no pocas veces resulta cargado de ambigüedad, porque parece más una justificación de nuestro comportamiento que una sana interpelación del mismo.

Supuesta esta llamada de atención, que invita a ser cautos frente a lo que se presenta como discurso ético, el tema que nos ocupa tiene dos dimensiones éticas complementarias: una, relacionada con la ciencia y la tecnología; otra, con la economía.

2. Ética y dimensión científica. En los ambientes científicos el discurso ético no suele ser bien recibido. Las reservas frente a él acuden al argumento de que la ciencia es neutral y busca un conocimiento objetivo de la realidad. Y es que nuestra cultura está demasiado marcada por la razón instrumental: nos preocupa el cómo, los medios, y esta preocupación, que a veces se convierte en obsesiva, apenas deja espacio para preguntarse por los fines, por el para qué. Ese es el gran peligro de la ciencia y de la técnica: que, al eludir la pregunta por el para qué, no se cuestiona al servicio de qué objetivos o de qué intereses se ponen

Es evidente la relación de ciencia y técnica con la gestión medioambiental. El desarrollo científico es, en parte, causante del deterioro del medio ambiente, pero tiene también grandes posibilidades de contribuir a su conservación. Todo esto significa que la ciencia es un instrumento que puede servir a fines muy diversos, y que el científico tiene una responsabilidad cuando decide qué investiga y al servicio de qué objetivos pone su saber: ¿para explotar los recursos naturales?, ¿para preservarlos?

Desde el punto de vista del conjunto de la sociedad, el medio ambiente es un patrimonio común que hay que administrar solidariamente. Hoy somos más conscientes que nunca de que los problemas medioambientales ya no son locales sino globales, porque afectan a la humanidad entera. Hablar de solidaridad significa que los problemas de unos son problemas de todos y deben ser abordados por todos. El fracaso de la Cumbre sobre el Cambio Climático de Copenhague en 2009 demostró fehacientemente hasta qué punto los gobiernos de los grandes países no están dispuestos a pagar los costes de esta gestión solidaria.

Un paso más. La ética no es solo cuestión de normas a cumplir. Previo a eso existen los valores y las cosmovisiones. Y estamos asistiendo a un cambio de paradigma en cuanto a la relación entre el ser humano y la naturaleza. Estamos pasando de una relación de dominación, que lleva a una explotación indiscriminada de los recursos, a una relación de armonía: la tierra es el hogar de la humanidad, y no solo los recursos a explotar.

A la vista de todo esto, ¿puede el científico desentenderse sin más de todas estas cuestiones y refugiarse en esa pretendida neutralidad de su trabajo?

3. Ética y dimensión económica. Una ética que se pregunta por los fines tiene aplicación igualmente al campo económico. Porque también es preciso preguntarse por el objetivo último al servicio del cual ponemos la actividad económica y productiva. Se da por supuesto, precipitadamente, que el fin de esa actividad es la consecución de una rentabilidad económica. Pues bien, la ética no pretende negar esta finalidad, pero no puede considerarla como exclusiva. Una actividad productiva puede resultar rentable beneficiando a la sociedad y al medio ambiente, pero también perjudicando desconsideradamente a una y a otro. Las propuestas que se analizan en este trabajo pueden ser un ejemplo significativo de que los avances

científicos sobre energías renovables, de cuya rentabilidad en el mercado no hay que dudar, servirán además para combatir la pobreza en el mundo y contribuir a la conservación del medio ambiente.

En el tema medioambiental las responsabilidades son de todos, pero no de todos por igual. Y todos somos víctimas del deterioro medioambiental, aunque no todos de la misma manera ni en el mismo grado: los grupos sociales con menos recursos y más vulnerables son, una vez más, los más afectados. No vamos a descubrir ahora que vivimos en un mundo muy desigual, crecientemente desigual. Pero sí queremos reafirmar que, en un mundo así, la justicia no puede limitarse a la neutralidad, tiene que impulsar un cambio de las estructuras de nuestra sociedad para reducir o eliminar los mecanismos que favorecen las desigualdades.

4. Y esto nos lleva al último punto de estas breves consideraciones éticas. Como profesor de moral social he luchado para que la moral no se enfoque solo como una tarea personal, sino que asuma la dimensión social. Es preciso contribuir a que las personas adopten actitudes virtuosas (el tema de la virtud reaparece con fuerza en la ética moderna), pero hay que comprometerse colectiva e institucionalmente por la transformación de la sociedad. Las estructuras de la sociedad no son algo dado a lo que tenemos que adaptar nuestra vida, sino una variable susceptible de ser modificada, y es responsabilidad humana hacerla evolucionar con criterios éticos. Las instituciones tienen un papel relevante que manifiesta la dimensión social de la ética: y concretamente aquí, el colectivo científico e investigador, pero también una institución universitaria como la nuestra.

Hemos querido explicar por qué y con qué orientación la Fundación ETEA y la Universidad Loyola Andalucía afrontan la cuestión del uso de las energías renovables como instrumento de lucha contra la pobreza, y queremos dejar constancia de la satisfacción que nos produce abordar un tema que nos parece de vital importancia de cara a la formulación de la nueva agenda del desarrollo post 2015.

ENERGÍA Y SOSTENIBILIDAD CONTRA LA POBREZA

Pilar Navarro Rodríguez⁵

SUMARIO. 1. CREACIÓN DEL INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN LOYOLA-ABENGOA RESEARCH (LAR) COMO INSTRUMENTO PARA EL DESARROLLO DE LA ENERGÍA Y LA SOSTENIBILIDAD CONTRA LA POBREZA. 2. ELEMENTOS ESENCIALES DEL INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN LOYOLA-ABENGOA RESEARCH (LAR). 2.1. Esencia del LAR. 2.2. Centros similares al LAR en el mundo. 2.3. Ausencia de centros similares en España. 2.4. Promotores y justificación del LAR. 2.5. Ventajas del LAR para Abengoa en general, y Abengoa Research en particular. 2.6. Ventajas del LAR para la Universidad Loyola Andalucía. 2.7. Líneas de investigación prioritarias del LAR. 3. LÍNEA DE INVESTIGACIÓN DE LAR SOBRE ENERGÍA Y SOSTENIBILIDAD CONTRA LA POBREZA. 3.1. Razones de ser de esta línea de investigación prioritaria. 3.2. Aplicación práctica en América Latina. 4. PROYECTO RURALGRID EN CENTROAMÉRICA. 5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

1. CREACIÓN DEL INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN LOYOLA-ABENGOA RESEARCH (LAR) COMO INSTRUMENTO PARA EL DESARROLLO DE LA ENERGÍA Y LA SOSTENIBILIDAD CONTRA LA POBREZA

Es un hecho incontestable que la Energía es un elemento decisivo en la calidad de vida de cualquier Comunidad, siendo un factor determinante en todas las actividades socio-económicas de la misma.

Por este motivo, y sin perjuicio del estudio de otros asuntos relacionados con el Desarrollo Sostenible, especialmente los que tengan mayor incidencia en las zonas menos desarrolladas de Latinoamérica, el Instituto de Investigación Loyola-Abengoa Research tiene como objeto de estudio preferente el abastecimiento de energía eléctrica y de agua potable (así como la depuración de las aguas residuales) en las zonas más desfavorecidas de Latinoamérica, ya que solucionando (o al menos paliando) este problema, se estaría dando un paso definitivo en la lucha contra la pobreza y la exclusión social en estas zonas.

De ahí que el objetivo de la ponencia de la que trae causa este apartado fuese el de explicar los elementos esenciales de la **Línea de Investigación Prioritaria sobre Energía y Sostenibilidad contra la Pobreza** del Instituto Universitario de

⁵ Pilar Navarro Rodríguez es Doctora Cum Laude experta en Derecho Regulatorio Energético, Coordinadora del instituto de investigación Loyola-Abengoa Research y Profesora de Derecho Administrativo de la Universidad Loyola Andalucía. Es autora de 14 libros, entre los que destacan 4 monografías sobre Derecho de la Energía. En la actualidad forma parte, como experta en regulación energética, del Grupo de Expertos para la elaboración de la Estrategia Energética de Andalucía 2014-2020, constituido por la Agencia Andaluza de la Energía. Ha sido elegida en el Ránking TOP 100 de Mujeres Líderes en España, dentro de la categoría de Académicas e Investigadoras.

Investigación **Loyola-Abengoa Research (LAR)**, Technological and Scientific Centre for Energy and Sustainable Development.

Esto nos lleva a que, previamente, nos detengamos aunque sea de forma somera, en las características fundamentales del LAR, tal y como se detalla en el siguiente apartado.

2. ELEMENTOS ESENCIALES DEL INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN LOYOLA-ABENGOA RESEARCH (LAR)

2.1. Esencia del LAR

LAR es el acrónimo con el que designamos la colaboración entre la Universidad Loyola Andalucía y la unidad de negocio (filial) dedicada a la I+D+i de Abengoa, (denominada Abengoa Research, SL.) Abengoa, empresa andaluza de proyección internacional pionera en el campo de las energías renovables.

Esta colaboración se inició con la suscripción de un Convenio Marco entre los máximos representantes de ambas entidades en 2011 y se materializa jurídicamente en la constitución formal del Instituto Universitario de Investigación Loyola-Abengoa Research, cuya misión es desarrollar investigación en tecnologías relacionadas con la producción de energía a partir de fuentes renovables y el mantenimiento y mejora del medioambiente para lograr un desarrollo sostenible.

Y es precisamente en el marco de esta alianza en el que se pone en marcha una línea de investigación, que el LAR considera como prioritaria, sobre "Energía y sostenibilidad contra la pobreza".

2.2. Centros similares al LAR en el mundo

Las demandas de la competencia internacional son tan grandes, que la comercialización rápida de las innovaciones generadas se ha convertido en el verdadero reto del siglo XXI. Pero por otra parte, y tal como se ha dicho anteriormente, la investigación básica es la base de los cambios tecnológicos radicales que permiten a una empresa posicionarse como líder tecnológico en un sector y ganar ventajas competitivas muy relevantes en el largo plazo. En este clima competitivo, con limitados presupuestos de I+D, las empresas tratan de maximizar su tasa de inversión/retorno centrándose estrictamente en lo más inmediato con objeto de obtener ventajas competitivas. En términos generales, las innovaciones más básicas no pasan el corte de las inversiones prioritarias.

Las asociaciones empresa-universidad ayudan a reducir el riesgo de la inversión en tecnologías incipientes sin aplicación inmediata, es decir, tecnologías que parecen prometedoras, pero que pueden no llegar a ser competitivas.

Un ejemplo útil de colaboración institucionalizada de una empresa con la Universidad es el modelo colaborativo de Siemens Global Research o, más en particular, su Centro de Tecnología Corporativa (CTC), con un modelo muy similar, salvando las diferencias en tamaño, experiencia y potencial, al de Abengoa Research.

Otro ejemplo es el de la Universidad de Fordham, que a través de su asociación con International Business Machines Corp. (IBM), ha creado el Centro de Transformación Digital, Fordham-IBM para estudiar el papel de las tecnologías digitales en el éxito organizacional, la mejora de la sociedad y la competitividad empresarial.

Y un tercer ejemplo lo constituye el Jet Propulsion Laboratory, que es un centro mixto entre la NASA y el Instituto Tecnológico de California (Caltech).

2.3. Ausencia de centros similares en España

Salvando las distancias, y con todas precauciones necesarias, lo que se pretende con la creación del LAR es poner en marcha un centro parecido a estos tres ejemplos, pero en el ámbito de la investigación en Desarrollo Sostenible y Energías Renovables en España, donde ha existido una clara carencia hasta la fecha de este tipo de Institutos Mixtos entre una Universidad y una multinacional, debido a un mal endémico de nuestro sistema de I+D+i: la falta de comunicación entre Universidad y Empresa, al no darse un lenguaje común, ni contar éstos normalmente las personas que hagan de puente entre ambas partes.

La única excepción la constituye el Centro Pfizer-Universidad de Granada-Junta de Andalucía de Genómica e Investigación Oncológica (GENYO).

Siendo muy conscientes de las carencias endémicas del sistema de I+D+i en España, así como de la conveniencia tanto para Abengoa como para Loyola de la generación de un lugar común de trabajo en el que se compartan esfuerzos y objetivos, como una garantía para que ambas organizaciones alcancen sus objetivos estratégicos y cumplan con su misión en el ámbito de la I+D, el 14 de enero de 2011, ambas entidades presentaron el Instituto de Investigación Loyola-Abengoa Research, (LAR), centrado en la promoción de actividades docentes e investigadoras en torno a las energías renovables y el desarrollo sostenible.

2.4. Promotores y justificación del LAR

Tal y como se ha señalado ya con anterioridad, el Instituto Universitario *Loyola-Abengoa Research* está promovido por la Fundación Universidad Loyola Andalucía y Abengoa.

ABENGOA es una reconocida multinacional andaluza que pretende ser intensiva en tecnología e I+D+i, así como competitiva en esas materias.

Para fortalecer su apuesta por la I+D+i, Abengoa tomó en 2011 una decisión estratégica que no se suele dar en las empresas en nuestro país y que se ha tornado en fundamental, al fundar una empresa, Abengoa Research, S.L., con un carácter marcadamente investigador (se nutrió de investigadores con alta formación académica, muchos de ellos provenientes del mundo universitario, así como de todas las personas que venían trabajando en áreas de I+D+i de todas sus filiales), generando las condiciones ideales para una comunicación con el mundo universitario hasta los niveles más profundos.

Por su parte, la Universidad Loyola Andalucía nace con el objetivo de convertirse en una *Research University*, apostando por la creación desde sus inicios de los instrumentos necesarios para promover una investigación de calidad, sujeta a los estándares y acreditaciones internacionales, integrada en redes multinacionales de trabajo y centrada en 3 Grandes Ejes de Investigación: el desarrollo, la sostenibilidad y la dependencia.

Para cada Gran Eje, la Universidad cuenta con un instrumento idóneo, de forma que para el Desarrollo está la Fundación ETEA para el Desarrollo y la Cooperación, para la

Dependencia está el Instituto Internacional de Políticas Sociales y Salud, y para la Sostenibilidad el Instituto Universitario de Investigación LAR.

Dentro del LAR, pero en estrecha colaboración con la Fundación ETEA, se incardina la Línea de Investigación de Energía y Sostenibilidad contra la pobreza.

2.5. Ventajas del LAR para Abengoa en general, y Abengoa Research en particular

Las ventajas de un instituto como el LAR para Abengoa en general y para Abengoa Research en particular son evidentes, ya que el mismo le permite:

- Incrementar su capacidad investigadora, aumentando el número de investigadores que colaboran directamente en los proyectos de su Agenda Estratégica.
- Diversificar los temas de investigación y mantenerse al día sobre los avances científicos en el estado del arte.
- Establecer colaboraciones con la Red de Universidades de la Compañía de Jesús (más de 230 en el mundo).
- Aprovechar algunas infraestructuras y equipamientos.
- Tener acceso a los estudiantes de grado y postgrado de la Universidad Loyola (ir generando cantera, estando mejor posicionada a la hora de reclutar estudiantes para su plantilla) y la posibilidad de influir en sus proyectos de Grado, Master y Doctorado de la Universidad Loyola Andalucía.

2.6. Ventajas del LAR para la Universidad Loyola Andalucía

También son fáciles de identificar las ventajas del LAR para la Universidad Loyola Andalucía, al proporcionarle:

- Mayor facilidad de obtención de fondos para proyectos concretos (ya sea de financiación nacional o internacional) o para estudiantes de postgrado que permiten un buen número de estudiantes brillantes tanto de máster como de doctorado.
- Mayor facilidad para poner en valor los resultados de la investigación, ya sean patentes, registros, software o cualquier elemento susceptible de ser vendido o licenciado.
- Establecer colaboraciones con grupos de referencia internacional de la red permanente de colaboraciones de Abengoa Research.
- Acceso a algunos equipos sofisticados dentro de los laboratorios de AR e incluso en las distintas plantas piloto de Abengoa en general, tanto para investigación en proyectos conjuntos, como para favorecer la formación de los estudiantes.
- Mantenerse cerca de la práctica industrial y de la última tecnología disponible.

2.7. Líneas de investigación prioritarias del LAR

El objetivo general del Instituto es convertirse en un centro referente a nivel internacional en la investigación científica, el desarrollo y la innovación en tecnologías en las áreas relativas al estudio de la Energía y el Desarrollo Sostenible.

Para el cumplimiento de dicho objetivo, el Instituto se caracteriza por una muy alta especialización y una marcada orientación internacional en investigación científica en las áreas relacionadas con la Energía y el Desarrollo Sostenible.

Así, las líneas de investigación prioritarias del LAR son las siguientes:

- a) Tecnologías Solares.
- b) Biotecnología.
- c) Procesos Termoquímicos.
- d) Sistemas Eléctricos de Potencia.
- e) Nanotecnología y Materiales Avanzados.
- f) Simulación y Modelos Cuantitativos.
- g) Tecnologías del Medioambiente.
- h) Control de Sistemas.
- i) Energía y Sostenibilidad contra la Pobreza.

3. LÍNEA DE INVESTIGACIÓN DE LAR SOBRE ENERGÍA Y SOSTENIBILIDAD CONTRA LA POBREZA

Dentro de las Líneas de Investigación Prioritarias del LAR, para la Universidad Loyola Andalucía tiene una especial significación la de **Energía y Sostenibilidad contra la Pobreza**, que se encuentra a medio camino entre los resultados de investigación del Instituto (técnicos, de Ingeniería) y su aplicación práctica en zonas desfavorecidas del mundo (de la mano de la Fundación ETEA para el Desarrollo y la Cooperación).

Todo ello, como claro ejemplo del fuerte compromiso de ambas Instituciones, tanto la Universidad Loyola Andalucía como Abengoa, con el desarrollo y la cooperación, especialmente en Latinoamérica, donde hace ya varios lustros que ambas organizaciones están trabajando sobre el terreno en estas materias.

3.1. Razones de ser de esta línea de investigación prioritaria

A) *Para los Organismos Internacionales y la Cooperación Española*

El Banco Mundial ha señalado en su reciente Informe *El desarrollo adaptado al cambio climático*⁶ que son fundamentales las investigaciones para cuantificar los beneficios sociales de la acción en materia climática. En concreto, en el referido Informe se simulan estudios de casos sobre políticas que podrían dar lugar a la

⁶ Informe núm. 88.908, publicado en 2014 por el Banco Mundial y la Fundación ClimateWorks, con el subtítulo de: "La suma de los beneficios derivados de las medidas que contribuyen a generar prosperidad, poner fin a la pobreza y combatir del cambio climático.

disminución de las emisiones en países estratégicos en tres sectores: transporte, industria y eficiencia energética en edificios.

Por ejemplo, según el informe, si India construyera 1000 kilómetros de carriles para autobuses de tránsito rápido en alrededor de 20 ciudades grandes, en el curso de 20 años los beneficios incluirían la preservación de más de 27.000 vidas gracias a la disminución de los accidentes y de la contaminación del aire, y la creación de 128.000 empleos a largo plazo. También tendría grandes efectos positivos en el PIB de India, en su agricultura y en el clima mundial.

A este respecto, conviene tener muy presente que la relevancia del tema está recogida en diferentes documentos emanados de acuerdos y rondas internacionales sobre desarrollo, que también la cooperación española ha recogido en sus documentos básicos y estratégicos de trabajo.

La propia Asamblea de Naciones Unidas, en sus reuniones generales y comisiones de trabajo, ha introducido la especial necesidad de considerar el tema del desarrollo sostenible en la nueva Agenda del Desarrollo post-2015, definiendo y defendiendo la importancia de definir unos Objetivos de Desarrollo Sostenible para el próximo período⁷, una vez que culmine el plazo determinado para la consecución de los actuales Objetivos de Desarrollo del Milenio.

Alineada con esta visión, la Cooperación Española ha introducido igualmente en su Plan Director 2013-2016 la Línea de Trabajo del Desarrollo Sostenible, como forma de colaborar a la definición de esa nueva agenda internacional del desarrollo.

Adicionalmente, el concepto de desarrollo sostenible se hace presente de manera transversal y constante a lo largo de toda la estrategia de la cooperación española, introduciendo el enfoque de la sostenibilidad en su forma de tratar el desarrollo humano, en la gestión de la gobernabilidad y el Estado de Derecho en los países empobrecidos, en la promoción de oportunidades económicas para los más pobres, en el impulso de procesos de desarrollo rural y territorial, donde la agricultura constituye un sector fundamental en los países menos favorecidos, en el apoyo a procesos de crecimiento inclusivo, etc. Especial importancia deposita la cooperación española en la promoción de sectores estratégicos o con gran potencial de desarrollo, como la energía y, en particular, las energías renovables, con la iniciativa de Naciones Unidas *Energía Sostenible para Todos*.

Objetivo de esta línea de investigación para LAR en el ámbito de la cooperación:

⁷ Los **17 Objetivos de Desarrollo Sostenible** son los siguientes: 1. La derrota de la pobreza en todas sus formas y en todas partes; 2. La derrota del hambre: lograr la seguridad alimentaria y una nutrición adecuada para todos, y promover un modelo de agricultura sostenible; 3. Lograr una vida saludable en todas las edades; 4. Proporcionar una educación equitativa e inclusiva de calidad y oportunidades de aprendizaje para todos; 5. Lograr la igualdad de género, la autonomía de las mujeres y las niñas en todas partes; 6. Asegurar el agua y saneamiento para todos, para un mundo sostenible; 7. Garantizar el acceso a servicios modernos de energía asequibles, sostenibles y fiables para todos; 8. Promover un crecimiento económico fuerte, inclusivo y sostenible, y un trabajo decente para todos; 9. Promover un modelo de industrialización sostenible; 10. Reducir la desigualdad dentro de los países y entre ellos; 11. Construir ciudades inclusivas, sostenibles y seguras, y asentamientos humanos; 12. Promover un modelo de consumo y producción sostenible; 13. Promover acciones en todos los niveles para hacer frente al cambio climático; 14. Lograr la conservación y uso sostenible de los recursos marinos, océanos y mares; 15. Proteger y restaurar los ecosistemas terrestres y detener toda la pérdida de biodiversidad; 16. Lograr sociedades pacíficas e inclusivas, estados de derecho e instituciones eficaces y capaces; 17. Fortalecer y mejorar los medios de ejecución y la asociación mundial para el desarrollo sostenible.

Nos gustaría que la acción conjunta de Abengoa y la Universidad Loyola Andalucía con la Fundación ETEA pudiera derivar en un caso de Alianza Público Privada contra la Pobreza en coordinación con la cooperación española de la que esta Universidad y la Fundación ETEA han sido socios desde hace muchos años, especialmente en torno al diseño de los programas de cooperación regional con Centroamérica que España ha puesto en marcha alrededor de las políticas del Sistema de la Integración Centroamericana con un significativo liderazgo entre la comunidad internacional.

B) *Para una Universidad de la Compañía de Jesús, como lo es la Universidad Loyola Andalucía*

Se trata de una Línea de Investigación transversal, complementaria a todas las puramente técnicas (Ingeniería), y en la que una Universidad de la Compañía de Jesús tiene mucho que decir, en aplicación y desarrollo del importante documento, *Sanar un mundo herido*⁸, que ya en el año 2010 pretendía responder institucionalmente a los grandes retos ambientales ligados a la pobreza y a la injusticia global. Esto sigue teniendo plena vigencia en la actualidad.

Como complemento de dicho documento, hay que hacer referencia a otro mucho más reciente, de marzo de 2014, titulado *La promoción de la justicia en las Universidades de la Compañía de Jesús*⁹, donde se deja claro que:

La Compañía desea que sus Universidades contribuyan “a la transformación de la sociedad en busca de niveles más profundos de justicia y libertad”.

“Nuestro punto de vista, por preferencia y por opción, es el de los pobres” (Kolvenbach).

Una de las dificultades puede estribar en la financiación, que es la que en ocasiones favorece una agenda investigadora distante de esta perspectiva. Por este motivo es preciso dialogar sobre esta opción universitaria con quienes financian la investigación y requerir de ellos una mayor apertura a esta perspectiva.

Desde el punto de vista de la realidad, los problemas graves contemporáneos que la universidad está llamada a investigar solo pueden ser abordados cabalmente desde una multiplicidad de perspectivas académicas, buscando una integración de los saberes (Kolvenbach).

Cuando la universidad como institución desea que se lleven a cabo, de modo prioritario, investigaciones relevantes en determinados campos de la promoción de la justicia, establece políticas que las posibiliten. Se trata con ello de favorecer determinadas líneas de investigación de una forma estratégica y coherente. Estas políticas deben ir acompañadas de incentivos concretos. También se pueden establecer algunas alianzas con actores sociales con los que concurran determinados intereses.

C) *Para una multinacional como Abengoa, comprometida con el Desarrollo Sostenible.*

⁸ Secretariado para la Justicia Social y la Ecología de la Compañía de Jesús (2011), “Sanar un mundo herido. Informe especial sobre ecología”, *Promotio Iustitiae* núm. 106, 2011/2.

⁹ Secretariado para la Justicia Social y la Ecología de la Compañía de Jesús (2014), “La promoción de la justicia en las Universidades de la Compañía de Jesús”, *Promotio Iustitiae* núm. 116, 2014/3.

Para una multinacional como Abengoa, comprometida desde hace varios lustros por el desarrollo sostenible y la lucha contra el cambio climático, la puesta en marcha y desarrollo de esta Línea de Investigación Prioritaria es fundamental.

Buena muestra de todo ello es la reciente creación del Foro de la Transición Energética y el Cambio Climático de la Fundación Focus Abengoa, que ha participado en la organización de este Seminario Internacional, y que está centrado en la observación, análisis y debate del proceso de transición energética en el contexto de la lucha contra el cambio climático en el mundo.

3.2. Aplicación práctica en América Latina

Teniendo en cuenta la implantación de Abengoa en toda Latinoamérica, así como la importante labor que lleva realizando la Fundación ETEA en toda América Latina y muy especialmente en Centroamérica, sin perjuicio del estudio de otros asuntos relacionados el Desarrollo Sostenible, especialmente los que tengan mayor incidencia en las zonas menos desarrolladas del mundo, la Línea de investigación de LAR sobre Energía y Sostenibilidad contra la Pobreza tendrá como objeto de estudio preferente el impacto en el desarrollo y la pobreza del abastecimiento de energía eléctrica y de agua potable en las zonas más desfavorecidas de Latinoamérica, ya que estamos convencidos de que solucionando o al menos paliando este problema se estaría dando un paso definitivo en la lucha contra la pobreza y la exclusión social en estas zonas.

A estas motivaciones, debemos añadir otra de gran calado, ya que la región de América Latina y el Caribe será de las que sufrirá de manera más significativa las consecuencias del cambio antropogénico del clima. La vulnerabilidad de esta región se debe a su localización geográfica y a su dependencia de las exportaciones de materias primas. Según el Banco Mundial, el 97% de la actividad económica de América Latina proviene de países netamente exportadores de 'commodities'.

La región de América Latina y el Caribe era responsable en 2011 del 9% de las emisiones de gases de efecto invernadero CEPAL (2015). Adicionalmente, según el Banco Interamericano de Desarrollo (BID, 2012), las emisiones de gases de efecto invernadero de esta región habían disminuido un 11% desde el inicio de este siglo gracias a las mejoras en eficiencia energética y a la reducción de las emisiones derivada del cambio en el uso de la tierra.

Según el Banco Mundial (2014), en un mundo 4°C más caliente en media en relación con a la era pre-industrial, América Latina y el Caribe sufrirán más sequías, lo cual afectaría a un sector agrícola del que dependen millones de personas así como a las zonas de selva tropical. Además, los ciclones tropicales podrían aumentar un 80%, con los costes económicos y sociales que ello conlleva.

En los últimos años, ha aumentado la disponibilidad de energía proveniente de fuentes hidroeléctricas y geotérmicas en la mayoría de los países de Latinoamérica. No obstante, estas fuentes de energía presentan un crecimiento limitado y dan lugar a crisis de abastecimiento en ciclos de sequía, por lo que es necesario pensar en otros recursos renovables, como es el sol o el viento, sin olvidar los biocombustibles para el transporte. Además, las centrales hidroeléctricas y geotérmicas conllevan proyectos de gran envergadura, en los que a veces resulta difícil justificar su viabilidad ambiental, técnica y financiera. Por ese motivo, la reducción del impacto ambiental y el aumento de la eficiencia son factores clave en la implantación de nuevas fuentes de energía renovable. Además, es necesario encontrar soluciones innovadoras y

creativas para garantizar la disponibilidad de energía a toda la población, lo cual hace necesario aumentar los esfuerzos en investigación, desarrollo e innovación.

Somos conscientes de que el acceso a la energía o al agua potable no reducirá *per se* la pobreza de una Comunidad, pero la falta de acceso a las mismas es una condición negativa que limita las posibilidades de desarrollo de la Comunidad en cuestión. Por este motivo, la Línea de Investigación Prioritaria del LAR sobre Energía y Sostenibilidad contra la pobreza se centrará principalmente en estos aspectos.

4. PROYECTO RURALGRID EN CENTROAMÉRICA

Como la mejor forma de explicar algo es con un ejemplo concreto, a continuación vamos a exponer de forma breve la esencia de uno de los muchos proyectos que tenemos en marcha en aplicación y desarrollo de esta Línea de Investigación Prioritaria del LAR.

El Proyecto RURALGRID parte de la base de considerar el acceso a la Energía como un elemento decisivo de la calidad de vida de una Comunidad, siendo un factor determinante en todas las actividades socio-económicas de la misma.

Por ello, el proyecto RURALGRID pretende ofrecer una solución confiable, eficiente y sostenible para la electrificación de zonas rurales en Centroamérica que son de difícil acceso, están muy diseminadas y no pueden por ello estar conectadas a las redes de transmisión de energía.

Este proyecto propone el desarrollo de redes inteligentes de distribución de energía basadas en generación renovable, las cuales deben contribuir al desarrollo energético sostenible, democrático y participativo, en el ámbito de comunidades de las zonas rurales, facilitando una relación armónica entre sociedad y medio ambiente, y potenciando la eficiencia energética y la preservación de los recursos naturales.

La primera iniciativa que estamos poniendo en marcha es la aplicación de este proyecto a las comunidades rurales que atiende nuestro socio, la Fundación Hondureña para la Investigación Agropecuaria (FHIA), en el Occidente de Honduras y que están mayoritariamente centradas en la producción de cacao en zonas remotas, sin acceso a energía de origen hidráulico porque son zonas de bosque tropical seco y con poblamiento diseminado. Nuestro interés específico es generar una solución de generación de energía solar que se adapte a la realidad de las comunidades rurales de este tipo. Pretendemos así promover que el acceso a la energía mejora las condiciones de vida y el acceso a necesidades sociales y personales básicas, con un impacto indirecto en la productividad de las comunidades y en el acceso a ingresos.

RURALGRID se plantea pensando en su aplicación de forma preferente en las zonas rurales de América Central, ya que a pesar de que el índice de acceso a la electricidad en Centroamérica ha aumentado considerablemente en la última década, aún existen grandes desigualdades entre países.

Así, mientras que países como Costa Rica y El Salvador presentan un alto grado de electrificación (con un 98,6% y un 91% de la población con acceso a la electricidad, respectivamente), en otros países como Honduras o Nicaragua estos porcentajes decrecen a niveles del 71,2% y 55%, respectivamente.

El denominador común a prácticamente todos los países es que la principal desigualdad se encuentra en la variación del grado de electrificación entre las zonas urbanas y las rurales de un mismo país, llegándose a porcentajes inferiores al 40% en ciertas zonas rurales de algunos países.

Lograr el acceso de toda esa población a la energía para satisfacer sus necesidades de bienestar, alimentación y productividad no debe ser una utopía; pero alcanzarlo requiere un gran esfuerzo por parte de gobiernos e instituciones. Así lo entendemos nosotros, y por eso vamos a poner en marcha este proyecto denominado RURALGRID en las zonas rurales de Centroamérica que esperamos que constituya además un caso de interés de colaboración público-privada, basada en soluciones tecnológicas y con un alto grado de complementariedad con las políticas públicas del Estado hondureño y las política exterior y de cooperación del gobierno de España.

BIBLIOGRAFÍA

Secretariado para la Justicia Social y la Ecología de la Compañía de Jesús (2011), "Sanar un mundo herido. Informe especial sobre ecología", *Promotio Iustitiae* núm. 106, 2011/2.

Secretariado para la Justicia Social y la Ecología de la Compañía de Jesús (2014), "La promoción de la justicia en las Universidades de la Compañía de Jesús", *Promotio Iustitiae* núm. 116, 2014/3.

ACCESO UNIVERSAL A LA ENERGÍA Y LUCHA CONTRA LA POBREZA

Andrés González García e Ignacio Pérez Arriaga¹⁰

SUMARIO. 1. SITUACIÓN ACTUAL Y RETOS DEL ACCESO UNIVERSAL A LA ENERGÍA. 1.1. El reto de la equidad. 1.2. El reto de la ambición y la escalera del acceso a formas modernas de energía. 1.3. El reto del impacto sobre el cambio climático. 1.4. El reto del desarrollo humano y económico. 1.5. El reto tecnológico: innovación, transferencia de tecnología y determinación del modo de electrificación. 2. LA AGENDA DEL ACCESO UNIVERSAL A LA ENERGÍA. 2.1. El marco de actuación internacional. 2.2. La oportunidad de mercado en el Acceso Universal. 2.3. Modelos de negocio. 2.4. Marco integral de tecnologías, modelos de negocio, regulatorio y financiero. 3. SISTEMA INTEGRADO DE APOYO A LA TOMA DE DECISIONES EN ACCESO UNIVERSAL A LA ENERGÍA. 4. ACTIVIDADES DEL IIT EN ACCESO UNIVERSAL A LA ENERGÍA. BIBLIOGRAFÍA.

1. SITUACIÓN ACTUAL Y RETOS DEL ACCESO UNIVERSAL A LA ENERGÍA

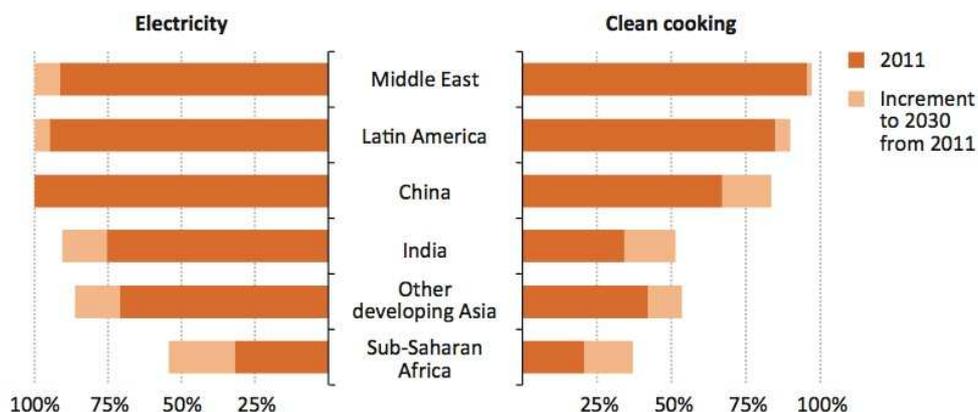
El Grupo Asesor sobre Energía y Cambio Climático de la Secretaría General de Naciones Unidas [1] define Acceso Universal como “acceso a servicios energéticos limpios, fiables y asequibles para cocina, calefacción, iluminación, comunicaciones y usos productivos”.

1.1. El reto de la equidad

Mil trescientos millones de personas carecían de acceso a electricidad en 2011, según la Agencia Internacional de la Energía (AIE)[2]. El 84% de ellos viven en áreas rurales, en su mayor parte en el África subsahariana y en el sur de Asia. La AIE estima que, sin las políticas adecuadas, en 2030 esta cifra seguirá siendo superior a los 1.200 millones. Por otro lado, la población que depende del uso tradicional de la biomasa para cocinar y calentarse bajaría de los 2.600 millones actuales hasta los 2.500 a pesar de los esfuerzos previstos, en su mayor parte debido al aumento de población total.

¹⁰ Andrés González e Ignacio Pérez son investigadores en el Instituto de Investigación Tecnológica – IIT de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería ICAI, Universidad Pontificia Comillas, en el área regulación y economía de la energía. Sus áreas de investigación se centran en tecnología, energía y pobreza, especialmente en electrificación de comunidades aisladas, la regulación, tecnologías y modelos de negocio para el acceso universal a la energía, así como el papel de la empresa y la tecnología para el desarrollo sostenible, humano y social. Contacto: andres.gonzalez@iit.upcomillas.es

Figura 1. Porcentaje de la población con acceso a electricidad y cocinas mejoradas en 2011 y en el Escenario 2030 de Nuevas Políticas [2]

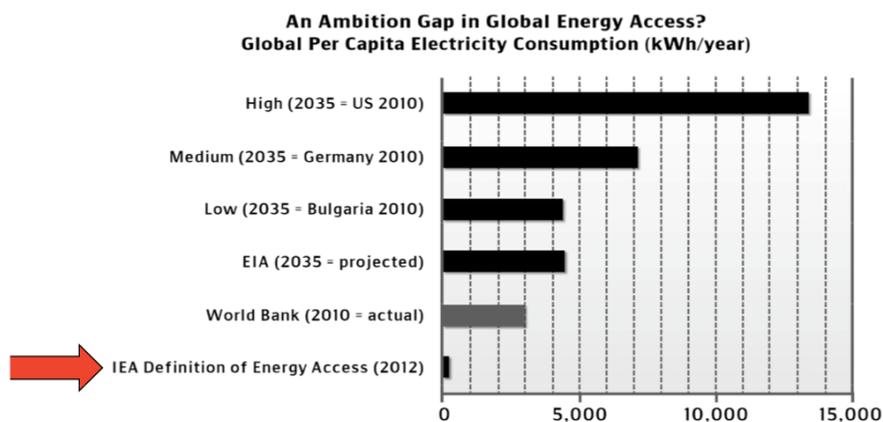


La lucha contra la pobreza energética no solamente afecta a los países en desarrollo. En 2010 el 10% de los hogares españoles gastaba más del 10% de su renta en energía doméstica, y en su mayor parte tenía también dificultades para mantener la vivienda a una temperatura adecuada [3]. Esta cifra además ha experimentado un crecimiento acusado desde el año 2007 registrándose las mayores tasas en las Comunidades Autónomas del interior y norte peninsular. En el resto del Europa el 8,8% de los hogares también están por encima de este nivel de gasto energético, y la situación se agrava aún más para los diez países del Centro y Este de Europa donde estas cifras alcanzan el 14% y suponen graves riesgos para la salud, especialmente en edad infantil [4]-[7].

1.2. El reto de la ambición y la escalera del acceso a formas modernas de energía

Lograr en 2030 un Acceso Universal básico a formas modernas de energía (electricidad y calor) requerirá una inversión aproximada a los 48.000 millones de dólares anuales, un total de un billón métrico de dólares de inversión acumulada [8]. Esta cifra, comparada con la inversión en energía estimada por la AIE en el Escenario de Nuevas Políticas para 2030 supone nada más que un incremento del 3%, y podría financiarse en su totalidad con el 1,95% de la tarifa eléctrica actual del conjunto de países de la OCDE. La Agencia AIE avisa claramente en sus informes que estas cifras se fundamentan en el supuesto de que la población de nuevo acceso no consumirá electricidad por encima del límite de 750 kWh por persona y año, y que el umbral inicial del acceso se sitúa en 250 kWh para los domicilios rurales y 500 kWh para los urbanos. Considerando una media de 5 personas por casa, esto supone unos consumos per cápita de entre 50 y 100 kWh por año, cincuenta veces menos que el consumo per cápita en España, setenta veces menos que el de Alemania, o cerca de ciento cuarenta veces menos que el de Estados Unidos o Canadá, si incluimos los usos productivos, comunitarios y comerciales de la energía en nuestra sociedad moderna [9].

Figura 2. Consumo global per cápita de electricidad (kWh/año) [9].

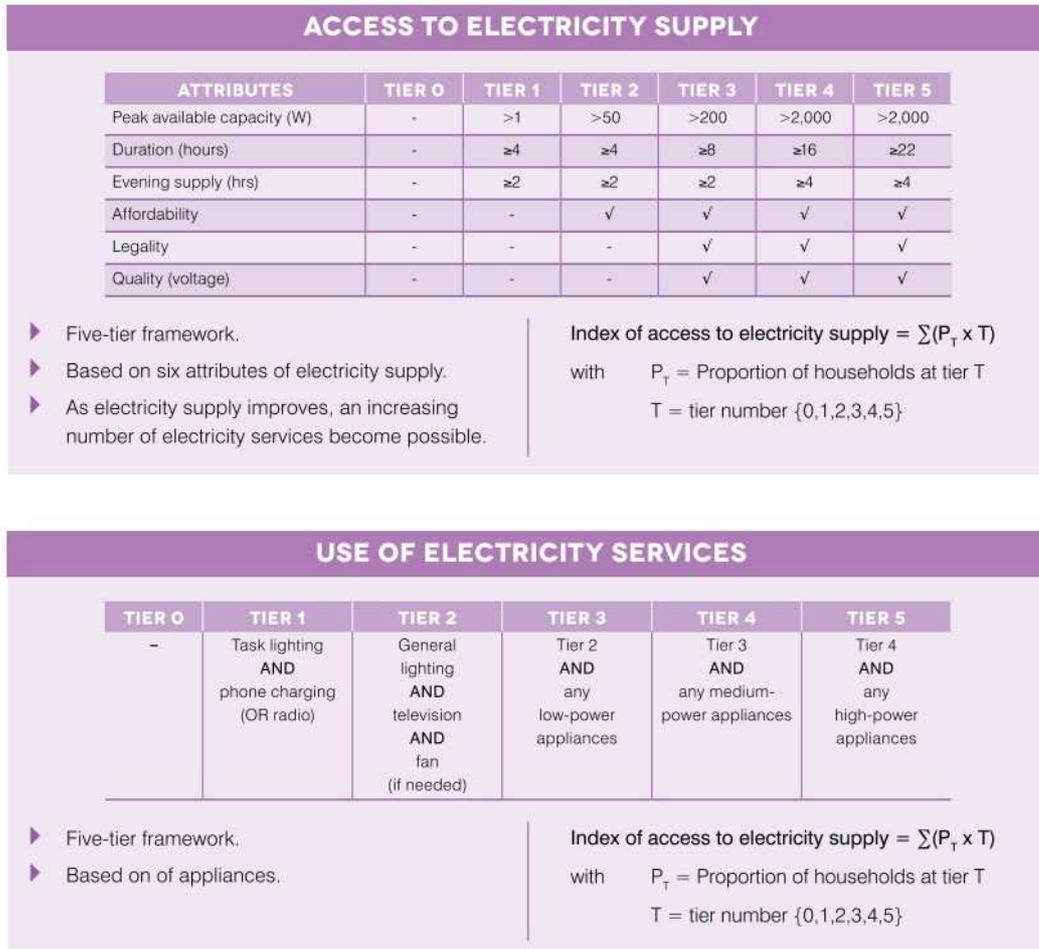


Así, una definición insuficiente de acceso a la electricidad puede llegar a desenfocar el problema y enmascarar graves diferencias entre distintos sectores sociales que en ocasiones impiden aprovechar las oportunidades de desarrollo humano y crecimiento económico por falta de infraestructura energética. En algunos países, una aldea se considera “electrificada” cuando un pequeño porcentaje de la misma (en algunos casos incluso del 10%) tiene conexión eléctrica, incluso cuando la misma sea muy poco fiable y esté limitada a algunas pocas horas al día, especialmente en zonas rurales peri-urbanas. Esto lleva a esta población a preferir en ocasiones soluciones descentralizadas que al menos garanticen un servicio básico durante las horas en que es más necesario, independiente de la falta de fiabilidad de la red.

Actualmente el Acceso Universal ha ganado peso en las agendas científicas y políticas internacionales y nacionales. Esto ha facilitado el desarrollo de nuevas herramientas analíticas y la publicación de estudios que permiten una comprensión más profunda de la complejidad de la transición energética y la identificación de los factores clave en para el desarrollo de políticas eficaces y la extensión de los modelos de negocio necesarios. Un hito fundamental en este proceso ha sido la puesta en marcha en 2013 del Marco de Seguimiento Global (*Global Tracking Framework*) del programa de Energía Sostenible para todos (*Sustainable Energy for All, SE4all*) promovido por el sistema de Naciones Unidas y la AIE, que establece cinco categorías (*Nivel*) de electrificación y cocinas mejoradas, estableciendo un estándar internacional para la denominada *escalera de la energía*[10].

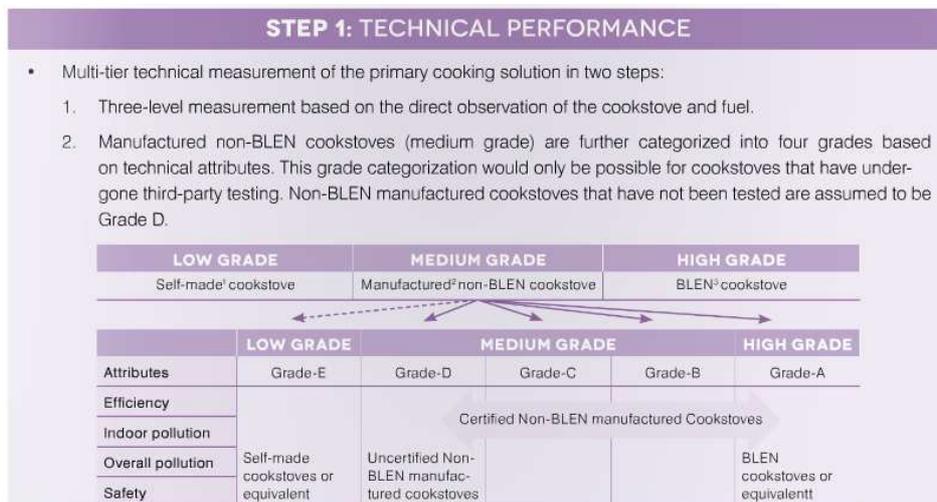
El marco multi-nivel de SE4all establece 6 niveles de acceso a electricidad, de acuerdo por un lado con las características del suministro y por otro en relación a los servicios energéticos que reciben los usuarios (Figura 3)

Figura 3: Marco SE4All para los niveles de acceso a electricidad [10].



Respecto a la categorización de las tecnologías para las cocinas, el marco de SE4all también establece 6 niveles a partir del “fuego sobre tres piedras” (Nivel 0) en función del comportamiento técnico de las diferentes soluciones (eficiencia, polución doméstica, contaminación total, seguridad) y de la calidad del servicio provisto (conformidad, conveniencia, adecuación) tal y como se muestra en la Figura 4.

Figura 4: Marco SE4all para las soluciones de cocina domésticas [10]



STEP 2: ACTUAL USE																																																																			
<ul style="list-style-type: none"> Measurement of additional aspects of access beyond technical performance. Three types of attributes, as listed below: 																																																																			
Conformity	<ul style="list-style-type: none"> Chimney/hood/pot skirt used (as required). Stove regularly cleaned and maintained (as required). 																																																																		
Convenience	<ul style="list-style-type: none"> Household spends less than 12 hrs/week on fuel collection/preparation. Household spends less than 15 min/meal for stove preparation. Ease of cooking is satisfactory. 																																																																		
Adequacy	<ul style="list-style-type: none"> Primary stove fulfills most cooking needs of the household, and it is not constrained by availability or affordability of fuel, cultural fit, or number of burners. If multiple cooking solutions are used (stacking), other stoves are not of a lower technical grade. 																																																																		
<ul style="list-style-type: none"> Multi-tier measurement is based on technical performance adjusted for the above attributes. 																																																																			
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>LEVEL 0</th> <th>LEVEL 1</th> <th>LEVEL 2</th> <th>LEVEL 3</th> <th>LEVEL 4</th> <th>LEVEL 5</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td colspan="2">Grade-A</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>w/o CCA</td> <td>w/ CCA</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td colspan="2">Grade-B</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>w/o CCA</td> <td>w/ CCA</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td colspan="2">Grade-C</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>w/o CCA</td> <td>w/ CCA</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td colspan="2">Grade-D</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>w/o CCA</td> <td>w/ CCA</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2">Grade-E</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>w/o CCA</td> <td>w/ CCA</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	LEVEL 0	LEVEL 1	LEVEL 2	LEVEL 3	LEVEL 4	LEVEL 5					Grade-A						w/o CCA	w/ CCA				Grade-B						w/o CCA	w/ CCA				Grade-C						w/o CCA	w/ CCA				Grade-D						w/o CCA	w/ CCA				Grade-E						w/o CCA	w/ CCA				
LEVEL 0	LEVEL 1	LEVEL 2	LEVEL 3	LEVEL 4	LEVEL 5																																																														
				Grade-A																																																															
				w/o CCA	w/ CCA																																																														
			Grade-B																																																																
			w/o CCA	w/ CCA																																																															
		Grade-C																																																																	
		w/o CCA	w/ CCA																																																																
	Grade-D																																																																		
	w/o CCA	w/ CCA																																																																	
Grade-E																																																																			
w/o CCA	w/ CCA																																																																		

1.3. El reto del impacto sobre el cambio climático

El desarrollo tecnológico en los países desarrollados y en desarrollo debe abordar los desafíos del Cambio Climático conjuntamente con la satisfacción de las necesidades de acceso de su población y con la lucha contra la pobreza energética. Comparado con el Escenario de Nuevas Políticas de la AIE, lograr Acceso Universal a la energía en 2030 incrementaría la generación global de energía eléctrica en un 2.5%. La demanda de combustibles fósiles crecería en un 0.8% y las emisiones de carbono en un 0.7%, siendo ambas figuras irrelevantes en comparación con las principales preocupaciones del Cambio Climático [8], [11]. Este bajo nivel de emisiones se debe principalmente al bajo nivel de consumo per cápita y a la alta proporción de renovables que el Escenario de Nuevas Políticas supone.

El bajo consumo supuesto para los nuevos clientes subestima el impacto del acceso a la energía en el Cambio Climático. Resulta difícil de creer que en los períodos de tiempo considerados por los análisis de Cambio Climático habituales (2050 o para finales del presente siglo) el consumo de esta población se mantenga en estos bajos niveles [9], [12].

Por otro lado los escenarios "business as usual" consideran una proporción mucho más alta de generación diésel en la electrificación fuera de red, lo cual podría incrementar las emisiones hasta la cifra de 1.5%. El crecimiento posterior de los niveles de consumo a cifras en torno a los 2.000 kWh por persona y año, asociados a posibilitar procesos de desarrollo y crecimiento económico adecuados, resultaría en un escenario posible donde las emisiones crecerían hasta el 3,6%.

Resulta evidente que la elección de una hoja de ruta adecuada hacia el Acceso universal desde el primer momento, define una tendencia apropiada para el crecimiento de las necesidades y del consumo energético, especialmente si se consideran usos productivos que requieren de mayores potencias.

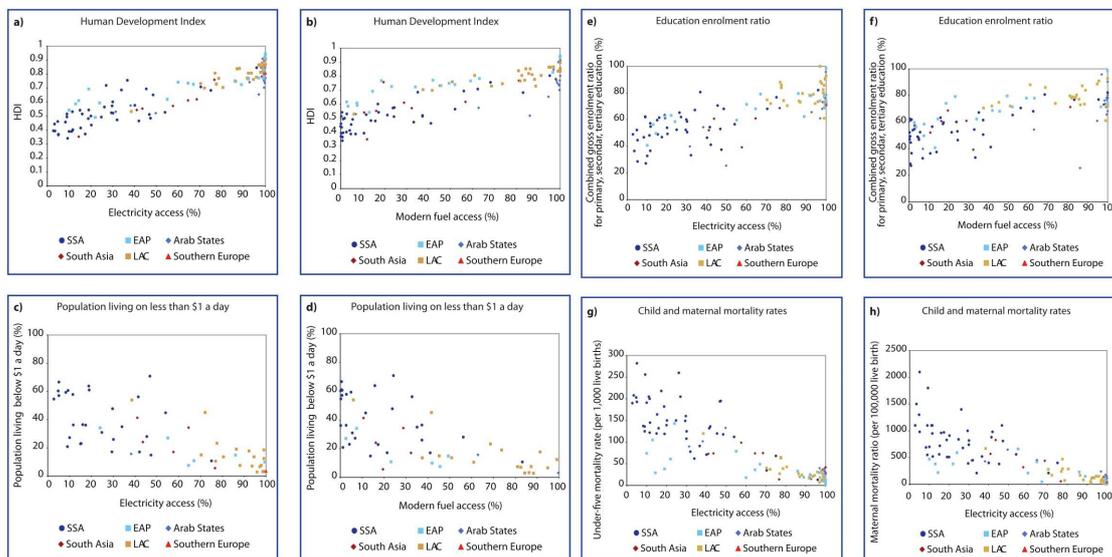
1.4. El reto del desarrollo humano y económico

El suministro de energía, de acuerdo con la Agencia Internacional de la Energía (AIE) es el factor más crítico para lograr los Objetivos de Desarrollo del Milenio al tiempo que el uso de biomasa tradicional en cocinas ineficientes es una de las mayores causas de muerte prematura en el mundo. La prioridad de la energía está reconociéndose en la redacción de la Agenda de Desarrollo Post-2015 [13], [14]. "Los pobres del mundo necesitan más que un suministro eléctrico testimonial. El objetivo debe ser proveerles de la energía necesaria para multiplicar su productividad y elevar su nivel de vida"[9].

La energía es un pre-requisito para el desarrollo económico. Por otro lado la prosperidad que conlleva el crecimiento económico estimula la demanda de mejores y mayores servicios energéticos [15]. En distintos países se puede observar este círculo virtuoso, pero el desarrollo es un fenómeno complejo que en muchos casos se caracteriza por su no linealidad. Alcanzar un nivel mínimo de iluminación y cocina moderna mejora radicalmente las condiciones de salubridad en los hogares, pero para desencadenar ese círculo virtuoso es necesario un nivel mucho mayor de servicios energéticos de valor añadido en la agricultura, el comercio, la industria y los servicios públicos.

Aunque el incremento (o reducción) del acceso no siempre puede interpretarse como progreso (o disminución) en términos de desarrollo [16], y si bien por si solo el acceso no es suficiente para erradicar la pobreza extrema, ningún país ha podido recientemente mejorar su situación de forma substancial sin conseguir un incremento significativo en el uso de formas modernas de energía [17]. El acceso a la energía mejora la productividad, la creación de ingresos locales, el acceso a la educación como puede desprenderse de las diferentes gráficas que muestra la Figura 5.

Figura 5: Indicadores de desarrollo y acceso a la energía (datos PNUD 2007) [17]



1.5. El reto tecnológico: innovación, transferencia de tecnología y determinación del modo de electrificación

Las tecnologías son uno de los principales factores que determinan la viabilidad de los modelos de negocio para el Acceso Universal a la Energía a las diferentes situaciones de desarrollo. La interrelación entre las tecnologías de electrificación y los

modelos adecuados de suministro requiere conocer las características asociadas a cada uno de los siguientes cuatro modos de electrificación:

- Pequeños y pico sistemas de iluminación [18]–[21]. Estos dispositivos ligeros y transportables presentan una de las soluciones más prometedoras para el suministro de electricidad en el Nivel 1. La innovación en dispositivos de alta eficiencia (e.g. luces LED o paneles solares) y bajo peso (baterías de ion litio) y reducido mantenimiento hacen de estos dispositivos una solución muy adecuada para zonas extremadamente aisladas o para población de muy bajos ingresos. Pueden a su vez dividirse en Kits Solares domiciliarios y lámparas portátiles.
- Sistemas individuales [22]–[28]. Estos sistemas independientes proveen luz eléctrica a un solo cliente, ya sea una casa, un comercio o una instalación comunitaria. Pueden suministrar servicios de Nivel 1 hasta Nivel 5 con una amplia variedad de tecnologías (AC o DC) y fuentes de energía (solar, diesel, viento, mini-hidráulica, biomasa o híbridos).
- Micro-redes aisladas [22], [29]–[37]. Proveen de electricidad a un grupo de usuarios en un área determinada a través de redes de distribución con generación independiente. Pueden diseñarse para cualquier mix de usos domésticos, comerciales, comunitarios o productivos que vayan de Nivel 1 a Nivel 5 o más allá. La variedad de soluciones de generación es mayor que en los sistemas individuales dado que al permitir soluciones de más capacidad, las economías de escala pueden facilitar costes menores sobre las soluciones individuales, además de permitir una mejor calidad de servicio.
- Conexión a la red [38]–[42]. Este es el modo más extendido de acceso a la electricidad pero en muchos casos el aislamiento de los usuarios o su pobreza hace comercialmente impracticable la conexión a la red en condiciones normales. La extensión de redes afronta los retos de lograr menores costes de conexión para esta población, y de proveer un suministro estable en países donde la capacidad de generación no puede satisfacer la demanda total de su sistema eléctrico. El auge de tecnologías de bajo coste para la extensión de redes (e.g. Monofásica de un cable con retorno por tierra) y de las micro-redes conectables a la red con generación distribuida ofrecen perspectivas llenas de posibilidades.

La determinación de los modos de electrificación más adecuados en función de las características geográficas, naturales, técnicas, socio-económicas y otras variables de entorno a gran escala para la planificación energética y el análisis de inversiones supone un reto fundamental para los responsables de política energética, reguladores o para la planificación de inversiones de las compañías, ONG y pequeñas iniciativas implicadas en las actividades de acceso a la energía.

2. LA AGENDA DEL ACCESO UNIVERSAL A LA ENERGÍA

2.1. El marco de actuación internacional

A escala internacional, el marco de referencia lo establece ahora la iniciativa *Sustainable Energy for all (SE4all)* [55] promovida por las Naciones Unidas y secundada por más de 85 países, incluida España, así como por empresas del sector privado, organizaciones sociales e instituciones multilaterales, por la que se establecen tres criterios globales para 2030:

- Lograr el Acceso Universal a formas modernas de energía.
- Doblar la tasa global de mejora en eficiencia energética.
- Doblar la proporción de renovables en el mix energético global.

La Asamblea General de Naciones Unidas ha reforzado además este compromiso declarando de forma unánime la década de la Energía Sostenible para Todos de 2014 a 2024.

La Agencia Internacional de la Energía también ha adoptado este marco para crear un marco global de seguimiento de los objetivos de SE4all [10], promocionando la armonización de las estadísticas energéticas en todo el mundo de forma que se permitan monitorizar los avances en los tres objetivos establecidos.

Además de los esfuerzos globales, se están poniendo en marcha diversas iniciativas regionales de gran escala, especialmente en el continente africano, como *Lighting Africa* (y su rama *Lighting Asia*), *Power Africa* del gobierno norteamericano, o la alianza UE-África. Otras regiones y agencias están siguiendo esta misma dirección como el programa de cooperación *Energising Development Initiative* de la Comisión Europea, que asume el objetivo de proveer acceso, en 2030, a 500 millones de personas en países en desarrollo, más de un tercio del problema global.

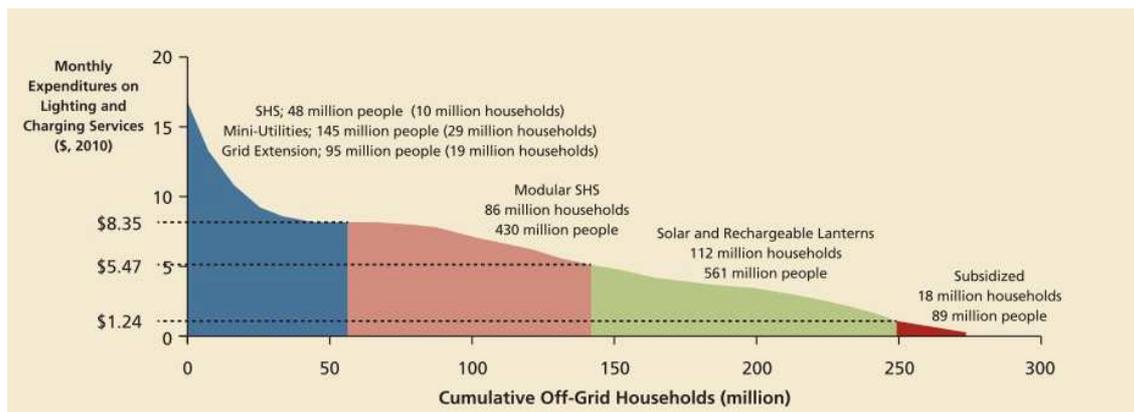
Europa asume el reto del Acceso Universal a la energía en su *Europa 2020 para un crecimiento inteligente sostenible e integrador* [56], así como en la *Estrategia Energía 2020 para una energía segura, sostenible y competitiva* [57], donde postula la necesidad de que las políticas de sostenibilidad estén en el corazón de las dos políticas de energía y desarrollo, y de conciliar el necesario acceso a energía con el uso de recursos limitados y la lucha contra el Cambio Climático.

España ha asumido también el Acceso Universal a la energía como un objetivo prioritario en el marco de la Agenda Post 2015 [13] de cooperación para el desarrollo y de su propia política de cooperación internacional. Por otro lado la creciente participación de empresas, fundaciones, asociaciones y universidades españolas en actividades a cada vez mayor escala en pro de la electrificación, especialmente en zonas rurales aisladas, ha llevado a la constitución en 2014 de la Mesa para el Acceso Universal a la Energía, a la que pertenece nuestra Universidad como miembro fundador.

2.2. La oportunidad de mercado en el Acceso Universal

Cada año, las personas sin acceso gastan 37 mil millones de dólares en soluciones energéticas inadecuadas (velas, linternas desechables, carga de móviles, keroseno para iluminación) para satisfacer sus necesidades de luz y cocina [19], [43]-[46]. Sobre un total de 274 millones de casas sin electrificar, teniendo en cuenta la distribución de la capacidad de pago y el coste de las diferentes tecnologías, se puede estimar el mercado potencial para las diferentes opciones de electrificación, como se muestra en la Figura 6.

Figura 6: Mercado potencial del acceso a servicios modernos de electricidad en 2010 [43]



A tenor de este gasto, 290 millones de personas (58 millones de conexiones) podrían permitirse pagar un acceso a electricidad de buena calidad con una capacidad de pago mensual superior a 8,25 dólares por hogar. De ellos, 95 millones de personas se conectarían a la red con un importe de dos mil millones de dólares anuales; 145 millones de personas accederían a la electricidad por medio de micro-redes, representando un mercado de cuatro mil millones anuales; finalmente 50 millones de personas deberían recibir servicio por medio de sistemas individuales domiciliarios por valor de otros mil millones anuales.

Por debajo de este importe, 430 millones de personas podrían permitirse kits solares por debajo de 50 Wp, pero que proporcionan energía suficiente para iluminar un hogar con dos bombillas, cargar teléfonos móviles o accionar pequeños electrodomésticos como una radio. El mercado de los kits solares se estima en siete mil millones anuales.

Para los 112 millones de hogares con capacidad de pago menor a los 5,47 euros mensuales, que representa a 560 millones de personas, el mercado de las linternas portátiles y recargables, que incorporan la capacidad de cargar teléfonos móviles, supone un importe anual de 4 mil millones de dólares.

Finalmente, por debajo del umbral de 1,25 dólares mensuales, los enfoques comerciales no serían nunca suficientes, siendo imprescindible la dotación de subsidios u otras ayudas para poder atender las necesidades básicas de esta última milla del Acceso Universal.

La determinación precisa de los costes de electrificación para los diferentes modos de electrificación en función de las características de cada población (localización, recursos, capacidad de pago, acceso a financiación) es fundamental para el establecimiento de una planificación adecuada y para el diseño de sistemas de remuneración y de subsidios eficaces que permitan el establecimiento de modelos de negocio sostenibles, como se verá más adelante en esta propuesta.

2.3. Modelos de negocio

La adaptación de productos servicios a las necesidades de grupos de bajos ingresos requiere de un esfuerzo significativo en desarrollo e innovación [43], [47]–[50]. En un marco restringido de costes, los agentes de electrificación y distribución de cocinas modernas necesitan adecuar sus productos a diferentes demandas y prioridades de sus usuarios, desde la iluminación, carga de teléfonos móviles o pequeñas radios

domésticas hasta usos productivos en agricultura, manufactura o comercio, o servicios comunitarios tales como salud, educación, ocio o iluminación de calles. Estos clientes “en la base de la pirámide” también necesitan soluciones de negocio innovadoras que superen barreras culturales en relación a canales de distribución, relaciones con los clientes o aversión al riesgo, ganándose la confianza de estas poblaciones, habitualmente marginadas, y acompañándoles en el cambio tecnológico.

Los distintos modos de electrificación suponen además distintas exigencias para los modelos de negocio adaptadas a las diferentes realidades socio-culturales de los beneficiarios [18], [51]–[54]. Los pequeños y pico sistemas de iluminación han supuesto el auge de modelos de provisión de soluciones energéticas radicalmente innovadores, mucho más cercanos al mercado minorista de tecnologías de la información y las comunicaciones, como los teléfonos móviles, que al tradicional modelo de las empresas energéticas. La amplia variedad en tamaños y tecnologías de los sistemas individuales propicia la existencia de una multiplicidad de modelos de negocio, desde la compra (habitualmente apoyada por micro-créditos) de sistemas más pequeños, hasta modelos cooperativos, pasando por el tradicional pago por servicio en el que están presentes no sólo las compañías tradicionales, sino también pequeñas empresas descentralizadas. Las micro-redes aisladas tienen por lo general un mayor grado de complejidad, lo cual requiere una mayor cualificación de los técnicos y gestores de los negocios que las explotan y mantienen. Asimismo suponen un mayor esfuerzo de educación de los consumidores junto con tecnologías apropiadas de gestión de la demanda, para evitar que abusen del consumo de energía, que es limitada para toda la comunidad. Por último, la extensión de redes también necesita adaptar su modelos a las características de esta población, ya sea por su limitado nivel de ingresos, por la estacionalidad de los mismos, o por la necesidad de adaptar las tecnologías tanto a capacidades de inversión limitadas como a necesidades de suministro en principio menores que las de la población de más ingresos.

En cuanto al suministro de cocinas mejoradas, existen apenas iniciativas privadas de negocio que no tengan apoyo directo de los gobiernos, debido al alto riesgo y a los bajos retornos económicos. La mayor parte de las experiencias provienen de intervención directa de los estados, o bien de organizaciones no gubernamentales o cooperativas. Por esta razón, los desafíos organizativos y burocráticos obstaculizan el logro del Acceso Universal, siendo necesarios modelos que permitan la creación de mercados al tiempo que se proporcionen las necesarias coberturas de riesgo que los hagan atractivos.

2.4. Marco integral de tecnologías, modelos de negocio, regulatorio y financiero

El acceso a formas modernas de energía requiere, como ya se ha introducido anteriormente, considerar globalmente y para cada situación un conjunto de tecnologías apropiadas, modelos de negocio eficaces, regulación y gobernanza facilitadoras y un adecuado impulso desde el entorno financiero. Pero estas medidas específicas también tienen que estar armonizadas no sólo con la política energética general, sino con las políticas de desarrollo, económicas, medioambientales e industriales, entre otras.

3. SISTEMA INTEGRADO DE APOYO A LA TOMA DE DECISIONES EN ACCESO UNIVERSAL A LA ENERGÍA

El análisis de este marco supone la necesidad de herramientas que abarquen distintos aspectos del mismo de manera integrada. El enfoque que presentamos combina un conjunto de modelos de ordenador y metodologías que informen y apoyen la toma de decisiones global y local de gobiernos, empresas y profesionales, y que contribuyan significativamente al logro del Acceso Universal a formas modernas de energía, contemplando al mismo tiempo los impactos sobre el Cambio Climático y otras políticas energéticas:

1. **Metodología de exploración de datos y procesamiento GIS:** Recolección, procesamiento y geoenriquecimiento masivo de información para obtener los atributos de las casas y zonas en un área de estudio. Combina información sobre localización, recursos, demanda, socio-demográfica y económica de diversas fuentes, habitualmente limitadas en países en desarrollo.
2. **Modelo de Electrificación de Referencia (REM):** Determina el modo de electrificación adecuado para cada edificio (considerando integradamente extensión de redes y electrificación fuera de red). Diseño detallado de la red y de la generación teniendo en cuenta cada demanda individual, recursos, calidad, características de cada zona y tecnologías de electrificación adecuadas para toda el área de estudio, considerando distintos escenarios tecnológicos y de demanda probables.
3. **Modelo de Análisis de Hojas de Ruta Sostenibles de Energía para todos (MASTER4all):** Optimiza entre diferentes opciones de inversión en generación, transformación, transporte y servicios de energía (centralizado o descentralizado) partiendo del sistema existente en toda su extensión. Desciende en detalle a distintos escenarios para cada zona diseñados por REM, presupuesto disponible, capacidad de pago de los usuarios, costes directos, sociales y medioambientales. Analiza las alternativas para el Acceso Universal de forma integrada con diferentes políticas y restricciones, en especial las relativas a emisiones, renovables, ahorro y eficiencia energética.
4. **Metodología de impulso a modelos de negocio para el Acceso Universal:** Adecuados a cada modo de acceso a la energía y zona; sostenibles (económica, social y medio ambientalmente); escalables hasta alcanzar al total de usuarios, replicables en otras regiones y ampliables para satisfacer un esperable crecimiento de la demanda. Recomendaciones regulatorias, de política energética, de articulación de financiación y cobertura de riesgos, gobernanza y participación empresarial.

4. ACTIVIDADES DEL IIT EN ACCESO UNIVERSAL A LA ENERGÍA

Este enfoque da continuidad a varios años de trabajo en el IIT, por un lado junto con otras instituciones españolas como Energía Sin Fronteras, la Fundación Acciona Microenergía, ONGAWA, el Grupo de Investigación sobre Organizaciones Sostenibles (GIOS) de la ETSI Industriales o el Centro de Innovación en Tecnología para el Desarrollo Humano (ITD) ambos de la Universidad Politécnica de Madrid con las que hemos desarrollado proyectos sobre temas regulatorios para la Electrificación de Comunidades Aisladas en Guatemala (REGEZRA) o para la electrificación de escuelas y comunidades rurales en toda Iberoamérica (Luces para Aprender). En los últimos dos años esta actividad se ha enmarcado en el Programa Comillas – MIT para sistemas de energía (COMITES). Una muestra de las actividades que desarrollamos en el área de acceso a la energía y desarrollo sostenible son:

- Actividades de incidencia y de sensibilización: Como la constitución de la Mesa Nacional del Acceso Universal a la Energía, integrada por diferentes organizaciones y universidades comprometidas con el desarrollo y la lucha contra la pobreza energética, o como la creación del grupo de discusión e4Dev en el MIT.
- Mercados eléctricos en África, integración masiva de generación solar en la red de Kenya.
- Apoyo a iniciativas de acceso a la energía sostenibles y escalables:
 - Low-cost technologies, business models and enabling environment for Universal Access to modern energy services (Kenya y Perú).
 - Design and implementation of microgrids for electricity Access in India.
 - Pilot and business plan for an electrification program of villages in Rwanda using schools as an anchor load.
 - Regulación para la Electrificación de Zonas Rurales Aisladas de Guatemala.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] SG AGECC, "Energy for a Sustainable Future," New York, 2010.
- [2] IEA, "World Energy Outlook," Paris, 2013.
- [3] S. Tirado Herrero, J. L. López Fernández, and P. Martín García, "Pobreza Energética en España. Potencial de generación de empleo derivado de la rehabilitación energética de viviendas," Madrid, 2012.
- [4] S. Bouzarovski, S. Petrova, and R. Sarlamanov, "Energy poverty policies in the EU: A critical perspective," *Energy Policy*, vol. 49, pp. 76–82, Oct. 2012.
- [5] H. Thomson, "Fuel Poverty Measurement in Europe : A rapid review of existing knowledge and approaches conducted for eaga Charitable Trust," 2013.
- [6] R. Moore, "Definitions of fuel poverty: Implications for policy," *Energy Policy*, 2012.
- [7] C. Liddell and C. Morris, "Fuel poverty and human health: A review of recent evidence," *Energy Policy*, vol. 38, pp. 2987–2997, 2012.
- [8] IEA, "World Energy Outlook: Energy for All - Financing access for the poor," 2011.
- [9] M. Brazilian and R. Pielke, "Making Energy Access Meaningful," *Issues Sci. Technol.*, pp. 74–79, 2013.
- [10] ESMAP, World Bank, and IEA, "SE4All Global Tracking Framework," Washington D.C., 2013.
- [11] IPCC WGIII, "IPCC WGIII Fifth Assessment Report - Mitigation of Climate Change 2014," Berlin, Germany, 2014.
- [12] C. Wolfram, O. Shelef, and P. Getler, "How will energy demand develop in the developing world?," *J. Econ. Perspect.*, vol. 26, pp. 119–38, 2012.
- [13] M. de A. E. y C. Secretaría General de Cooperación Internacional para el Desarrollo, "Compromiso Universal por un Desarrollo Humano y Sostenible. Posición Española para la Agenda Post-2015 (Borrador 4)," 2014.
- [14] Practical Action, "Poor people's energy outlook 2014. Key messages on energy for poverty alleviation," Rugby, UK, 2014.

- [15] IEA, "World Energy Outlook," Paris, France, 2004.
- [16] M. Brazilian, P. Nussbaumer, A. Cabraal, R. Centurelli, R. Detchcon, D. Gielen, H. Rogner, M. Howells, H. McMahon, V. Modi, M. Makicenovic, B. O'Gallachoir, M. Radka, KamalRijal, M. Takada, and F. Ziegler, "Measuring Energy Access: Supporting a global target," New York, 2010.
- [17] G. Legros, I. Havet, N. Bruce, S. Bonjour, K. Rijal, M. Takada, and C. Dora, "The Energy Access Situation in Developing Countries. A Review Focusing on the Least Developed Countries and Sub-Saharan Africa," 2009.
- [18] J. Eisman, J. Olivares, A. Moreno, Á. Verástegui, and C. Mataix, "La electrificación con pequeños sistemas fotovoltaicos domiciliarios (PSFD) ¿Un cambio de paradigma?," 2013, no. 34.
- [19] Lighting Africa, "Lighting Africa Market Trends Report 2012," 2013.
- [20] E. H. Lysen, "Pico Solar PV Systems for Remote Homes. A new generation of small PV systems for lighting and communication," 2013.
- [21] Kilian Reiche, R. Grüner, B. Attigah, C. Hellpap, and A. Brüderle, "What difference can a PicoPV system make?," 2010.
- [22] V. V. N. Kishore, D. Jagu, and E. Nand Gopal, "Technology choices for off-grid electrification," in *Rural electrification through decentralised off-grid systems in developing countries*, S. C. Bhattacharyya, Ed. 2013, pp. 39–72.
- [23] S. C. Bhattacharyya, *Rural Electrification through decentralised off-grid systems in developing countries*. London, 2013.
- [24] NREL, "Small hydropower systems," 2001. [Online]. Available: <http://www.nrel.gov/docs/fy01osti/29065.pdf>.
- [25] Alliance for Rural Electrification and USAID, "Hybrid mini-grids for rural electrification: lessons learned," 2011.
- [26] S. Khennas and A. Barnett, "Best practices for sustainable development of micro hydropower in developing countries: Final synthesis report," Warwickshire, UK. Kishore, 2000.
- [27] D. Palit and A. Chaurey, "Off-grid rural electrification experiences from South Asia: Status and best practices," *Energy Sustain. Dev.*, vol. 15, no. 3, pp. 266–276, Sep. 2011.
- [28] L. Sigrist, E. Lobato, and L. Rouco, "Energy storage systems providing primary reserve and peak shaving in small isolated power systems: An economic assessment," *Electr. Power Energy Syst.*, no. 53, 2013.
- [29] J. a. Alzola, I. Vechiu, H. Camblong, M. Santos, M. Sall, and G. Sow, "Microgrids project, Part 2: Design of an electrification kit with high content of renewable energy sources in Senegal," *Renew. Energy*, vol. 34, no. 10, pp. 2151–2159, Oct. 2009.
- [30] B. A. Thomas, I. L. Azevedo, and G. Morgan, "Edison Revisited: Should we use DC circuits for lighting in commercial buildings?," *Energy Policy*, vol. 45, pp. 399–411, 2012.
- [31] A. C. Brent and D. E. Rogers, "Renewable rural electrification: Sustainability assessment of mini-hybrid off-grid technological systems in the African context," *Renew. Energy*, vol. 35, no. 1, pp. 257–265, Jan. 2010.

- [32] D. Soto and V. Modi, "Simulations of Efficiency Improvements Using Measured Microgrid Data," *2012 IEEE Glob. Humanit. Technol. Conf.*, pp. 369–374, Oct. 2012.
- [33] S. Beerbaum and G. Weinrebe, "Solar thermal power generation in India. A techno-economic analysis," *Renew. Energy*, vol. 21, pp. 153–174, 2000.
- [34] DFID, "A potential role for an AMC in supporting dish/Stirling Concentrating Solar Power, Case Study Annex," in *Advance market commitments for low-carbon development*, vivideconomics, 2010.
- [35] M. R. Nouni, S. C. Mullick, and T. C. Kandpal, "Providing electricity access to remote areas in India: Niche areas for decentralized electricity supply," *Renew. Energy*, vol. 34, no. 2, pp. 430–434, Feb. 2009.
- [36] L. Izquierdo, M. Aguado, E. Alcor, L. Antolín, M. Á. Doménech, J. Eisman, L. Fernández, E. Gómez de las Heras, J. Gómez, L. Iriarte, J. Lumbreras, M. Révolo, T. Reyners, and J. L. Díaz, "Suministro de Energía," in *Tecnologías para el Desarrollo Humano de las Comunidades Rurales Aisladas*, I. Pérez-Arriaga and A. Moreno, Eds. Real Academia de Ingeniería de España, 2011, pp. 86–148.
- [37] Garrett Hardin, "The Tragedy of the Commons," *Science (80-.)*, vol. 162, pp. 1243–1248, 1968.
- [38] S. Pachauri, B. J. van Ruijven, Y. Nagai, K. Riahi, D. P. van Vuuren, A. Brew-Hammond, and N. Nakicenovic, "Pathways to achieve universal household access to modern energy by 2030," *Environ. Res. Lett.*, vol. 8, no. 2, p. 024015, Jun. 2013.
- [39] M. Brazilian, P. Nussbaumer, E. Haites, M. Levi, M. Howells, and K. K. Yumkella, "Understanding the Scale of Investment for Universal Energy Access," *Geopolit. Energy*, vol. 32, no. NOVEMBER, pp. 21–70, 2010.
- [40] A. Marquard, B. Bekker, A. Eberhard, and C. T. Gaunt, "South Africa's Electrification Programme. An overview and assessment," 2007.
- [41] A. N. Zomers, "Rural Electrification," University of Twente, 2001.
- [42] C. T. Gaunt, "Electrification Technology and Processes to Meet Economic and Social Objectives in South Africa," University of Cape Town, 2003.
- [43] IFC World Bank, "From Gap to Opportunity: Business Models for Scaling Up Energy Access," Washington D.C., 2012.
- [44] C. K. Prahalad, *The Fortune at the Bottom of the Pyramid*. 2006.
- [45] Lighting Africa, "The Off-Grid Lighting Market in Sub-Saharan Africa," 2011.
- [46] Lighting Africa, "Solar Lighting for the Base of the Pyramid - Overview of an Emerging Market," 2010.
- [47] L. Agbemabiese, J. Nkomo, and Y. Sokona, "Enabling innovations in energy access: An African perspective," *Energy Policy*, vol. 47, pp. 38–47, Jun. 2012.
- [48] K. Ulsrud, T. Winther, D. Palit, H. Rohracher, and J. Sandgren, "The Solar Transitions research on solar mini-grids in India. Learning from local cases of innovative socio-technical systems," *Energy Sustain. Dev.*, vol. 15, no. 3, 2011.
- [49] L. C. H. Chow and A. Brew-Hammond, "Energy access in Africa: Challenges ahead," *Energy Policy*, vol. 38, no. 5, pp. 2291–2301, 2010.

- [50] L. Srivastava, Y. Sokona, Y. Mulugetta, and H. Gujba, "Widening energy access in Africa: Towards energy transition," *Energy Policy*, vol. 47, pp. 3–10, 2012.
- [51] E. Wilson, R. G. Wood, and B. Garside, *Sustainable energy for all? Linking poor communities to modern energy services*, no. 1. IIED, 2012.
- [52] T. Dinkelman, "The Effects of Rural Electrification on Employment: New Evidence from South Africa," *Am. Econ. Rev.*, vol. 101, no. December, pp. 3078–3108, 2011.
- [53] S. J. D. Schillebeeckx, P. Parikh, R. Bansal, and G. George, "An integrated framework for rural electrification: Adopting a user-centric approach to business model development," *Energy Policy*, vol. 48, pp. 687–697, Sep. 2012.
- [54] N. Wimmer, *Green Energy for a Billion Poor*. 2012.
- [55] SG High-Level Group on Sustainable Energy for All, "Sustainable Energy for All. A Global Action Agenda," 2012.
- [56] Comisión Europea, *Europa 2020. Una Estrategia para un crecimiento inteligente, sostenible e integrador*. 2010.
- [57] European Commission, *Energy 2020. A strategy for competitive, sustainable and secure energy*. European Commission, 2010.

LAS COCINAS SOLARES, CÓMO SALVAR VIDAS Y REDUCIR EL CONSUMO ENERGÉTICO

Antonio Lecuona Neumann¹¹

SUMARIO. 1. INTRODUCCIÓN. 2. LA CRISIS DE LA LEÑA. 3. PROBLEMA DE SALUBRIDAD. 4. ALTERNATIVAS A LAS COCINAS TRADICIONALES. 5. CLASES DE COCINAS SOLARES. BIBLIOGRAFÍA.

1. INTRODUCCIÓN

La civilización no hubiera sido posible sin el uso del fuego y posteriormente de todas las formas de energía hasta la modernidad. La disponibilidad de energía es uno de los exponentes de la prosperidad de una comunidad.

La energía de una sociedad desarrollada, digamos el primer mundo, se emplea de forma moderna en el transporte, en la industria, para luchar contra el clima, etc. Sin embargo, estos usos no existen en las sociedades no desarrolladas o son precarios. Incluso dentro de un mismo país ocurre en comunidades amplias, mientras que en otras, a veces minoritarias, este consumo moderno no existe. Y lo más chocante es que a menudo es a pocos kilómetros de distancia, incluso a la vista.

En una sociedad mínima el consumo energético se reduce al alimento y al fuego, éste para cocinar, calentarse e iluminar. Eventualmente, los animales domesticados ayudan en las tareas agrícolas y en el transporte.

El concepto de pobreza energética es útil para describir estas situaciones, pero actualmente parece emplearse más bien para sectores empobrecidos de sociedades avanzadas en climas fríos, por la importancia de la calefacción para la vida. Sin duda, la pobreza energética tiene distintos niveles y su naturaleza es distinta. En un país no desarrollado las infraestructuras energéticas apenas existen y se constituye un "modus vivendi" de pobreza energética. En un país desarrollado la pobreza energética está más bien relacionada con la incapacidad económica individual de acceder a las infraestructuras energéticas y puede ser circunstancial. Se la ha vinculado a no poder mantener en la vivienda una temperatura dentro de un margen de confort mínimo, y la imposibilidad de disponer de frigorífico para conservar los alimentos y de algo de electricidad en el hogar y en los servicios públicos. Y en un caso extremo se la vincula a no disponer de energía adecuada para cocinar (International Energy Agency, 2014).

Un 10% del consumo de energía primaria en el mundo entero es para el hogar de los países en vías de desarrollo (International Energy Agency, 2006), indicando la

¹¹ Antonio Lecuona Neumann es Catedrático del Área de Máquinas y Motores Térmicos del Departamento de Ingeniería Térmica y de Fluidos de la Universidad Carlos III de Madrid. Es autor de más de 70 artículos en revistas de alto impacto internacional, ha participado en 7 proyectos europeos de investigación y es editor de la revista Applied Energy. Actualmente dedica su investigación a las energías renovables, a la combustión limpia y a técnicas de diagnóstico de flujos de interés energético con láser. Dentro de las energías renovables dedica especial atención al frío solar y a las cocinas solares de almacenamiento con materiales de cambio de fase, como técnica apropiada a la ayuda al desarrollo. Autor de varias patentes, una de ellas es de cocina solar para su uso como mueble urbano. Contacto: lecuona@ing.uc3m.es.

importancia de la magnitud del tercer mundo. En India supone el 36 % de su consumo (Pohekar, Kumar, & Ramachandran, 2005). En África esta proporción es aún mayor.

Para aproximadamente un tercio de la humanidad la mayor parte del consumo energético se emplea en la cocina. Y es la población más desfavorecida, aproximadamente 2,5 mil millones de humanos. Esta población mayormente quema leña y en menor proporción estiércol seco o residuos agrícolas, casi sin participar en la economía monetaria. Un 76% de la población del África subsahariana cocina con biomasa, principalmente leña. Un 69% en India y un 65 % en el resto de Asia. (International Energy Agency, 2006).

2. LA CRISIS DE LA LEÑA

La disponibilidad de la leña y asimilados, su fácil uso y su alto poder calorífico la sitúan entre los recursos energéticos más usados por la humanidad. La leña es la cuarta fuente de energía más importante en el mundo, tras el carbón, petróleo y gas natural. La distribución de su consumo no es homogéneo en el mundo; supone el 10% en los países desarrollados y un 80% en los que se encuentran en vías de desarrollo (Garg, 1987). En ellos, aproximadamente la mitad de la leña se emplea en cocinar y la otra mitad para calefacción y procesado en los hogares; eventualmente también para aplicaciones industriales.

El consumo básico per cápita de leña para quemar depende del número de miembros de la familia y de otros factores. Oscila entre unos 4 kWh/día en tierras bajas y cálidas hasta unos 30 kW h en tierras altas y frías, por el mayor uso para calefacción (Arnold & Jongma, 1978). 4 kW h/día corresponde aproximadamente a 1 kg de leña; luego el consumo de leña individual va desde 1 kg a 8 kg diarios. Por ejemplo, en Nigeria la media es de 4 kg/día (International Energy Agency, 2014).

El empleo de leña para cocinar, para la calefacción y para aplicaciones industriales puede ser sostenible si la naturaleza puede regenerar la masa vegetal. No obstante, quedan impactos ambientales; la combustión supone la emisión de contaminantes a la atmósfera, como partículas (humo), monóxido de carbono (tóxico y potencialmente mortal), hidrocarburos inquemados (algunos de ellos de efecto cancerígeno) y óxidos de nitrógeno (irritante y responsable de la lluvia ácida).

La recolección de la leña a mano es una tarea pesada y arriesgada, llevada a cabo mayormente por mujeres y niños de forma individual o en grupos, lo cual ocupa una parte sustancial del día, pues es necesario recorrer largas distancias. El gran peso y la forma poco compacta de la leña cortada con herramientas portátiles primitivas, supone un desgaste físico importante y a largo plazo origina lesiones al ser portada directamente, especialmente en la espalda. Las largas caminatas traen riesgos de ataques de animales salvajes, raptos y accidentes.

El uso de la leña para fuego también puede generar deforestación, agravando los problemas de la población y causando un impacto ambiental, a veces terrible, p. e. Haití. En Camboya la masa forestal ha disminuido a casi la mitad en las últimas décadas y es de destacar que el carbón vegetal allí obtenido se puede comprar incluso en nuestro país para barbacoas. Camboya se sitúa en ritmos relativos de deforestación 2000/2012 altos, solamente detrás de Malasia, Paraguay, Indonesia y Guatemala (Hansen & al., 2013). El uso de la leña, tanto para los hogares, como para aplicaciones industriales y para obtener suelo, resulta pues no renovable e insostenible en muchos lugares.

La deforestación conduce a largas distancias para la recolección. En áreas de alta densidad de población (regiones urbanas) el suministro de leña es un problema. Según (Mainguet, 1994) la distancia de transportes es 120 km en Bamako (Mali) y 200 km en Jartum (Sudan). En Somalia la deforestación está conduciendo a la destrucción de su forma de vida basada en el pastoreo, proponiéndose las cocinas solares como ayuda.

Es un hecho conocido la correlación positiva que existe entre PIB/cápita y consumo energético/cápita durante el desarrollo de una nación e incluso comparando distintas naciones. La relación entre PIB y consumo energético es biunívoca; la disponibilidad de energía estimula la actividad económica; y la economía conduce a un mayor consumo energético (comercial).

Según estudios recientes, existe una relación directa entre consumo de biomasa y PIB de los países subsaharianos. El aumento del PIB, conjuntamente con el de la población, aumenta la demanda de energía. Ello lleva a pensar que la presión sobre el medio natural y los problemas carenciales se verán incrementados en el futuro en la zona, considerando que el PIB de estos países continúe creciendo (Ozturk & Bilgili, 2015). En otra índole de cosas, la seguridad energética resulta crucial para el desarrollo, pues es difícil concebir el establecimiento de una economía estable si no existe energía fiable, segura y abordable por el ciudadano.

La sustitución de la leña de quemar por otra forma de energía completamente limpia, como es el sol, traería una completa sostenibilidad y un coste del combustible nulo, pero no resulta inmediato ni sencillo. En (Tucker, 1999) se analiza la situación de la leña para cocinar y se exponen las barreras para sustituirla por la cocina solar.

3. PROBLEMA DE SALUBRIDAD

En regiones pobres la quema de leña en el hogar se efectúa mayormente sin chimenea y genera mucho humo, especialmente en cocinas en el suelo, llamadas "de tres piedras" lo cual origina contaminación del aire interior, Figura 7. En el tercer mundo significa la segunda causa de muerte prematura, tras el Sida. Entre otros daños, el humo origina enfisema pulmonar, cánceres de ojos, garganta y pulmón, (Bruce, Perez-Padilla, & Albalak, 2000), (Smith, 1994).

De acuerdo a datos de la FAO, unos 800 millones de personas están afectadas por el hambre en el mundo. En 2013 se produjeron unos 6,3 millones de muertes de infantes menores de 5 años por las causas más importantes: malnutrición, complicaciones durante el embarazo y parto, neumonía, diarrea y malaria. Diferenciar como causa el hambre no es sencillo, pues existen causas concomitantes. Unas mejores condiciones sanitarias y de la alimentación ayudarían a reducir esta cifra.

Algunos expertos anticipan 10 millones anuales las muertes prematuras por razón del humo doméstico, si no se toman medidas para evitarlo.

4. ALTERNATIVAS A LAS COCINAS TRADICIONALES

Miles de millones de seres humanos carecen actualmente de acceso a las formas modernas de energía, como son la electricidad y los combustibles del petróleo; del orden de 1/3 de la humanidad, unos 2 a 3 mil millones. Y si hay acceso, puede no estar esta población en situación de poder permitirse su coste. En ocasiones solo se

dispone de un acceso limitado a la energía; por ejemplo, solamente para recargar móviles y baterías para linternas o luminarias.

En (Bansal, Saini, & Khatod, 2013) se reconoce que el despliegue de los gases licuados del petróleo en la India rural es escaso por cuestiones económicas y dificultades de acceso, por lo que el biogás producido localmente por familias o comunidades y las cocinas solares se muestran atractivos, si bien de efecto limitado. Este biogás se puede usar para la cocina, tras ser almacenado convenientemente y distribuido por tuberías.

Incrementar la eficiencia energética de las cocinas de leña y dotarla de chimenea de evacuación de humos, sustituir la leña por combustibles menos contaminantes y de producción local, como los bio-aceites, los bio-alcoholes o el biogás constituyen herramientas para luchar contra esta situación, pero no siempre es posible ni conveniente, pues estos biocombustibles compiten con la producción de alimentos.

La cocción primitiva con leña ni resulta ecológica ni eficiente, pero es inmediata. Las cocinas de leña tienen originalmente una eficiencia energética (calor en el alimento/poder calorífico de la leña quemada) muy baja, siendo un 10-15% un valor representativo, aunque puede ser incluso menor, especialmente en la denominada de tres piedras, en las que el fuego es abierto. Estas cocinas no suelen favorecer una buena combustión, a resultas de la cual se emite mucho humo y monóxido de carbono, que en lugares cerrados y mal ventilados ocasiona concentraciones muy superiores a los umbrales seguros. El empleo de carbón sube la eficiencia a un 20%, pero es necesaria una cocina comercial. Las cocinas mejoradas llegan al 20-35% de eficiencia, como la cocina Rocket, p. e. (Sutar, Ravi, & Ray, 2015) y otras. Una cifra representativa de cocinas eficientes de queroseno, de gas y de resistencia eléctrica, ronda el 35%, aunque el 50% es conseguible.



Figura 7. Demostración por parte de la fundación Sol Solidari en Camerún en 2010. a) Cocina mejorada frente a cocina tradicional de tres piedras en el suelo; b) Cocina solar parabólica de foco somero comercial, basada en antiguas antenas parabólicas de chapa, con la superficie cubierta de cinta adhesiva aluminizada, de origen chino. Con permiso de los autores.

La cocina solar como ayuda

La cocina solar usa el sol para calentar, esterilizar y cocinar, Figura 7. Más precisamente La cocina solar se sirve de la radiación solar, tras convertirla en energía térmica al impactar los rayos solares en un cuerpo absorbente de la radiación. A modo de introducción puede valer (Solar Cookers International, 2004), (Sharma S. K., 2004).

No contamina en absoluto y no gasta combustible alguno, por lo que resulta sostenible y adecuada en estos casos de pobreza energética, especialmente para regiones soleadas. Podría reducir la deforestación en las zonas afectadas y permitir mayor libertad y calidad de vida a sus usuarios, p. e. (Schwarzer & Silva, 2003), tanto en zonas rurales, como urbanas, p. e. (Toonen, 2009). Su uso, e incluso la construcción de una cocina solar, puede ser enseñado en unas cuantas sesiones; su mantenimiento es sencillo y pueden guardarse cuando no se usan. Incluso, con una tasa de uso baja. No obstante es necesario considerar que en ocasiones no se dispone de un lugar soleado adecuado, ni de espacio para el almacenaje.

La intermitencia del sol hace que no pueda considerarse actualmente el medio único de cocción, pero es complementaria. Para casos de grave desabastecimiento, o irregular abastecimiento, supone una seguridad.

Diversas iniciativas internacionales tratan de mejorar el acceso a la energía, como por ejemplo (Sustainable Energy for All Initiative). El éxito de su implantación es irregular, habiendo sido objeto de numerosos intentos y estudios en el terreno, p. e. (Biermann, Grupp, & Palmer, 1999). En esta página web se muestra un proyecto de éxito, bajo los auspicios del Banco Interamericano de Desarrollo (BID Banco Interamericano de Desarrollo) en Salta, Argentina.

La disponibilidad de radiación solar es alta en amplias zonas deprimidas económicamente y escasos de leña, tal y como muestra los mapas mundiales de irradiancia solar media. Es especialmente alta en sendos cinturones a ambos lados del ecuador, donde radican extensas áreas desérticas.

Diversas organizaciones promueven el uso de cocinas solares. Su objetivo no parece fútil, pues en (International Energy Agency, 2014) se prevé en África unos 4 millones de hogares dependiendo total o parcialmente de la cocina solar para 2040.

Se considera que una temperatura mínima de procesado del interior del alimento para el consumo inmediato es en torno a 70 °C durante unos minutos, pues mueren la mayoría de los organismos patógenos, de acuerdo a organismos internacionales. Se conoce como pasteurización. No es necesaria pues la ebullición, la cual ocurre a temperaturas cercanas a 100 °C a nivel del mar con agua, mayor temperatura si contiene solutos.

La alimentación humana no solo sirve al sustento calórico, aporta nutrientes, influye en la salud y el acto de comer se considera parte de la vida familiar, de las relaciones sociales, de la cultura y hasta de la religión; es más, el acto de cocinar también lo es. Muchas costumbres se encuentran muy arraigadas, por lo que compatibilizar con ellas resulta importante.

Una de las costumbres propias de cada lugar es la manera de cocinar los alimentos. La implantación exitosa de cocinas solares exige adaptarse a estas costumbres. Pero, a menudo es necesario introducir modificaciones, como agregar una cantidad distinta de agua.

Sin embargo, cocer de forma simple alimentos es directo y sencillo, sólo es necesario tener en cuenta el sol y que la potencia de la cocina solar generalmente es menor que las de fuego.

5. CLASES DE COCINAS SOLARES

Existen muchos tipos y variantes de cocinas solares. Diversas organizaciones promueven su diseño, prueba, comercialización, implementación y uso. Una introducción puede verse en (Nandwani, 2012).

Tres estrategias principales definen las cocinas solares llamadas directas, por calentar directamente el sol el utensilio que contiene el alimento. Las **cocinas de acumulación de calor**, Figura 10 (Hernández-Luna & Huelsz, 2008) y las **cocinas intermedias** se pueden clasificar como "lentas" o de baja temperatura, Figura 9. Las **cocinas de gran concentración** solar lo bastante alta, se pueden denominar "rápidas", pues pueden cocinar en tiempos sustancialmente menores y, similarmente a la cocina tradicional, necesitan atención, (Abou-Ziyan, 1998), Figura 7b; **Error! No se encuentra el origen de la referencia.** Con las **cocinas indirectas**, p. e. (Prasanna & Umanand, 2011), se transporta el calor desde su captación al exterior hasta su uso bajo techo.



Figura 8. (a) Ejemplo de cocina de caja comercial con espejos exteriores abatibles e interiores de segmento de parábola. El espejo lateral sirve de generador de sombra para controlar la duración de la cocción. Fuente: http://en.wikipedia.org/wiki/File:Solar_oven_Portugal_2007.jpg. (b) Cocina parabólica tipo SK14, con reflector profundo pseudo-paraboloidal de revolución. Fuente <http://en.wikipedia.org/wiki/File:ALSOL.jpg>.



Figura 9. (a) Cocina con reflectores de panel y tapa, moldeados en vidrio, a modo de cobertor provocando efecto invernadero, ya que encierran la olla, capacidad 5 litros, fuente: http://en.wikipedia.org/wiki/File:HotPot_d.PNG by Paul Arveson, June 27, 2011. Origen: <http://www.she-inc.org/hotpot-1.php>. (b) Cocina de panel tipo Cookit construida con cartón corrugado y lámina de aluminio, con olla protegida por bolsa de plástico inflada, resistente al calor, a modo de cobertor, fuente: <http://solarcooking.wikia.com/wiki/CooKit> añadida por Tom Sponheim procedente de CooKitIridimi Refugee Camp.

Cocinas de almacenamiento de calor

Suele requerirse que se disponga del alimento caliente para su consumo un cierto tiempo después de la cocción, por lo que el mantenimiento de la temperatura suele ser uno de los propósitos de algunas cocinas y además incorpora otra intención, almacenar calor para cocinar o calentar cuando no hay Sol. En concreto, para preparar sin sol la cena o mantenerla caliente, o preparar el desayuno del día siguiente, cuando la radiación solar es baja o nula. Para ello se emplea un **almacenamiento de calor en el propio alimento** que se retiene en el tiempo haciendo uso de un aislamiento térmico. Por ello se denomina **retención de calor**. Un ejemplo clásico es el libro (Mitchell, 2014), sin que tenga nada que ver con las cocinas solares. La Figura 10 muestra cestos de retención de calor, elaborados artesanalmente, para prolongar la cocción y mantener caliente el alimento. Con esta técnica se logra ahorrar hasta un 80% del calor necesario para la cocción.



Figura 10. a) Cestos de retención de calor, preparados para preservar caliente alimentos, prolongar su cocción o incluso cocer a posteriori con el calor retenido. Fuente: sol solidari. b) cesto manufacturado en Malawi con hojas de banano y un mantel viejo. Fuente: Womens Global Toolkit. Foto: [Betty Londergan](#). c) Cobertor de madera y corcho, con tapa estanca, fuente: Fundación Tierra. www.terra.org (4/3/2014).

Es necesario agregar una clase más de cocinas solares. Son las **cocinas de almacenamiento**. Se disponen masas de materiales acumuladores, distintos del alimento, que se calientan durante la exposición al sol y este calor se libera posteriormente a voluntad.

Algunos materiales favorecen este almacenamiento por absorber mucho calor al fundir. Al solidificar desprenden una cantidad de calor sensiblemente igual, por lo que pueden hacer hervir el agua que se agregue a una olla en contacto con ellos, fundidos. Actualmente se investiga su uso, p. e. (Lecuona, Nogueira, Ventas, Rodríguez-Hidalgo, & Legrand, 2013) y (Lecuona, Nogueira, Vereda, & Ventas, 2013). Prometen aumentar la difusión de las cocinas solares, especialmente teniendo en cuenta que la comida principal en muchas poblaciones es el desayuno.

BIBLIOGRAFÍA

- Abou-Ziyan, H. Z. (1998). Experimental investigation of tracking paraboloid and box solar cookers under Egyptian environment. *Applied Thermal Engineering*, 18(12), 1375–1394.
- Arnold, J., & Jongma, J. (1978). *La leña y el carbón en los países en desarrollo*. (FAO, Ed.) Recuperado el 14 de 10 de 2014, de <http://www.fao.org/docrep/l2015s/l2015s01.htm>
- Bansal, M., Saini, R. P., & Khatod, D. K. (2013). Development of cooking sector in rural areas in India—A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 17, 44–53.
- BID Banco Interamericano de Desarrollo. (s.f.). <http://player.vimeo.com/video/47333994>. Recuperado el 31 de Diciembre de 2014, de www.iadb.org/bidtv.
- Biermann, E., Grupp, M., & Palmer, R. (1999). Solar Cooker Acceptance in South Africa: Results of a Comparative Field-Test. *Solar Energy*, 66(6), 401–407.
- Bruce, N., Perez-Padilla, R., & Albalak, R. (2000). *Indoor air pollution in developing countries: a major environmental and public health challenge*. World Health Organization.
- Garg, H. P. (1987). Solar Cookers. En H. P. Garg, *Advances in Solar Energy Technology. Volume 3 Heating, Agricultural and Photovoltaic Applications of Solar Energy* (págs. 1-61). Amsterdam: Springer The Netherlands.
- Hansen, M. C., & al. (15 de November de 2013). High-Resolution Global Maps of 21st-Century Forest Cover Change. *Science*, 342, 850–853.
- Hernández-Luna, G., & Huelsz, G. (2008). A solar oven for intertropical zones: Evaluation of the cooking process. *Energy Conversion and Management*, 49(12), 3622–3626.
- International Energy Agency. (2006). *World Energy Outlook 2006*. Recuperado el 13 de 10 de 2014, de <http://www.worldenergyoutlook.org/media/weowebiste/energydevelopment/WEO2006Chapter15.pdf>
- International Energy Agency. (2014). *Africa Energy Outlook*. Paris: International Energy Agency.
- Lecuona, A., Nogueira, J. I., Ventas, R., Rodríguez-Hidalgo, M. C., & Legrand, M. (2013). Solar cooker of the portable parabolic type incorporating heat storage based on PCM. *Applied Energy*, 111, 1136–1146.
- Lecuona, A., Nogueira, J. I., Vereda, C., & Ventas, R. (2013). Solar cooking figures of merit. Extension to heat storage. En A. Méndez-Vilas, & <http://www.formatex.info/energymaterialsbook/> (Ed.), *Materials and processes for energy: communicating current research and technological developments* (págs. 134-141). Formatex Research Center.
- Manguet. (1994). *Desertification: Natural background and human mismanagement*, 2nd edn. Berlín, RFA: Springer Verlag.
- Mitchell, M. J. (2014). *The Flameless Cookbook*. London: Forgotten Books.
- Nandwani, S. S. (2012). Solar Cookers and Dryers to Conserve Human and Planet Health. En R. A. Meyers, *Encyclopedia of Sustainability Science and Technology* (págs. 9486-9509). Springer Verlag.

- Ozturk, I., & Bilgili, F. (2015). Economic growth and biomass consumption nexus: Dynamic panel analysis for Sub-Sahara African countries. *Applied Energy*, 137, 110–116.
- Pohekar, S. D., Kumar, D., & Ramachandran, M. (2005). Dissemination of cooking energy alternatives in India—a review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 9(4), 379–393.
- Prasanna, U., & Umanand, L. (2011). Optimization and design of energy transport system for solar cooking application. *Applied Energy*, 88, 242–251.
- Schwarzer, K., & Silva, M. V. (2003). Solar cooking system with or without heat storage for families and institutions. *Solar Energy*, 75, 35–41.
- Sharma, S. K. (2004). Solar Cookers. En C. J. Cleveland, *Encyclopedia of Energy Vol 5* (págs. 559-574). Elsevier Inc.
- Smith, K. R. (1994). Health, energy, and greenhouse-gas impacts of biomass combustion in household stoves. *Energy for Sustainable Development*, 1(4), 23–29.
- Solar Cookers International. (2004). *Cocinas Solares. Cómo construirlas y utilizarlas 10ª ed.* Sacramento: Solar Cookers International.
- Sustainable Energy for All Initiative. (s.f.). Obtenido de <http://www.sustainableenergyforall.org/>
- Sutar, K. B., Ravi, M. R., & Ray, A. (2015). Biomass cookstoves: A review of technical aspects. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 41, 1128–1166.
- Toonen, H. M. (2009). Adapting to an innovation: Solar cooking in the urban households of Ouagadougou (Burkina Faso). *Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C*, 34(1-2), 65–71.
- Tucker, M. (1999). Can solar cooking save the forests? *Ecological Economics*(1), 77–89.

GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA A TRAVÉS DE MICROHIDROCENTRALES EN ALDEAS REMOTAS DEL OCCIDENTE DE HONDURAS

Adolfo Martínez¹²

SUMARIO. 1. INTRODUCCIÓN. 2. JUSTIFICACIÓN. 3. IMPACTO AMBIENTAL. 4. METODOLOGÍA. 5. LOS COSTOS DEL PROYECTO. 6. BENEFICIOS.

1. INTRODUCCIÓN

La Fundación Hondureña de Investigación Agrícola (FHIA), es una institución privada y sin ánimo de lucro localizada en la zona Norte de Honduras, específicamente en el municipio de La Lima, departamento de Cortés. Fue creada con el propósito de fortalecer el proceso de generación, validación y transferencia de tecnología para el sector agrícola hondureño, así como para diversificar la producción agrícola destinada a los mercados interno y externo. Un entusiasta grupo de representantes de instituciones públicas y privadas, así como destacadas personas naturales vinculadas al agro hondureño, decidieron crear la FHIA a partir del 15 de mayo de 1984.

En el proceso de creación de la Fundación, jugaron un papel importante la Secretaría de Agricultura y Ganadería (SAG) de Honduras y la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID). Esta iniciativa fue apoyada por la Compañía United Brands (ahora Chiquita) que transfirió al Gobierno de Honduras las instalaciones donde había funcionado su División de Investigaciones Agrícolas Tropicales, en el municipio de La Lima, donde se estableció la sede central de la FHIA.

Uno de los programas con que inició operaciones la FHIA es el de Cacao y Agroforestería, que tiene a cargo la ejecución de proyectos relacionados con la conservación de cuencas, fuentes de agua y biodiversidad.

Desde el año 1999 la FHIA ha participado en la generación de electricidad con microhidrocentrales (MHC), que pueden generar hasta 25 kW/h, para satisfacer las necesidades de este servicio en pequeñas comunidades remotas y de escasos recursos económicos, vinculadas a proyectos de desarrollo agrícola. Estas actividades han sido financiadas por cooperantes internacionales tales como USAID (Agencia de

¹² Adolfo Martínez es Director de la Fundación Hondureña de Investigación Agrícola (FHIA). Ha desarrollado importantes avances de investigación y transferencia de tecnología en programas productivos de banano y plátano, cacao, hortalizas y sistemas agroforestales. Anteriormente trabajó en el Centro Internacional para el Desarrollo de Fertilizantes (IFDC) en Estados Unidos. Cuenta con experiencia en más de una docena de países. Junto con la Fundación ETEA ha desarrollado proyectos para mejorar los ingresos y condiciones de vida de los agricultores, mejorando también el entorno ambiental, a través de actividades de mejora de la producción de cacao y la transferencia de tecnología de sistemas agroforestales. Es experto en el desarrollo de microcentrales hidroeléctricas en Honduras como medida de generación de electricidad para pequeñas comunidades con asiento en zonas de amortiguamiento o en áreas de importancia en la captación y protección de agua. Contacto: adolfo_martinez@fhia-hn.org

los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional), Unión Europea y GIZ (Cooperación Técnica Alemana).

Preferentemente el suministro de energía eléctrica va acompañado de actividades complementarias de desarrollo rural, tendentes a mejorar los ingresos y el nivel de vida de los productores. Las actividades complementarias se centran en el desarrollo de parcelas con cultivos agro-forestales (cacao, rambután, limón, coco, plátano, banano, árboles de maderas tropicales finas), los cuales se complementan con cultivos anuales durante los primeros tres años. Ocasionalmente, se trabaja en el mejoramiento de vivienda, construcción de estufas ahorradoras de leña y construcción de letrinas.

Los sistemas agro-forestales utilizados por FHIA deben cumplir con tres condiciones: (1) generar mayores ingresos que los granos básicos cultivados en forma tradicional, (2) generar ingresos anualmente, y (3) tener un cultivo permanente, generador eventual de ingresos y que induzca al productor a evitar las quemas.

2. JUSTIFICACIÓN

En Honduras, datos del año 2013 indican que el 51% de la población es rural y que de esta el 74% tiene acceso a la electricidad. Existen comunidades muy pobres en lugares remotos fuera del alcance de la red nacional eléctrica, donde los servicios no llegarán a corto o mediano plazo. Las microhidrocentrales (en adelante MHC) son una forma eficiente y económica de producir electricidad de manera sostenible en estas comunidades, en su totalidad pobres.

El requisito principal para un proyecto de esta naturaleza es la presencia de una fuente de agua apropiada, la suficiente caída de agua, la cercanía de la población objetivo y el deseo de la comunidad de tener energía eléctrica.

Muchas de estas comunidades rurales no tienen posibilidades de que en el corto y mediano plazo les llegue la energía eléctrica a través de proyectos del sector público o privado; sin embargo, muchas de ellas están situadas en zonas montañosas, cerca de las fuentes de agua con potencial para generar electricidad en pequeña escala. Por esto, una alternativa viable para que dispongan de este importante servicio consiste en establecer MHC que serán operadas y administradas por los miembros de la misma comunidad.

Con este tipo de actividad se mejora el nivel de vida de la comunidad. Por lo general, el desarrollo de las MHC es un componente adicional a proyectos de desarrollo que lleva a cabo la FHIA en regiones pobres del país. El desarrollo de MHC está asociado a un desarrollo integral de la comunidad, lo cual incluye la introducción de cultivos en sistemas agro-forestales, que mejorarán los ingresos económicos y ambientales de los productores.

3. IMPACTO AMBIENTAL

Las MHC son instaladas en cuencas que tienen pequeñas fuentes de agua, generalmente en áreas deforestadas, con suelos erosionados que han sufrido las prácticas tradicionales de tumba y quema para la siembra de granos básicos (maíz, frijol). Esta práctica, en suelos frágiles de ladera, causa erosión del suelo, pérdida de biodiversidad y deterioro de fuentes de agua.

Cuando FHIA inició con esta actividad en 1999, las MHC se utilizaban como incentivo a las comunidades para proteger el medio ambiente, por ejemplo el bosque remanente y las fuentes de agua. Se hace énfasis en la comunidad en el hecho de que **“sin bosque no hay agua y sin agua no hay energía”**.

El desarrollo de MHC se caracteriza por ser una actividad de bajo impacto ambiental. El agua que se utiliza en la generación de energía se devuelve al curso de agua después de utilizada en la turbina.

Para que una comunidad **“califique”** para un desarrollo de MHC, debe presentar documentos, que se registran en las municipalidades, que la comprometan a conservar el bosque remanente cercano a la fuente de agua en la cuenca y a delimitar el área que será **protegida** a largo plazo. (**Protegida** significa que no habrá tala de bosque).

4. METODOLOGÍA

El desarrollo de una MHC en zonas remotas pobres y rurales sigue la siguiente metodología:

- **Selección de sitio y diseño de sistema**

La selección del sitio y el diseño del sistema apropiado para el desarrollo de una MHC son cruciales para garantizar su operación y funcionamiento. Esta fase está a cargo de personal técnico debidamente capacitado. Dentro de las actividades del personal técnico están las siguientes: aforo de caudal, medida de caída de agua, selección de tramo para instalación de tubería, selección de sitio para casa de máquinas y diseño de sistema de distribución de energía. Como ejemplo: una MHC que puede generar 8.82 kW/h, con 60% de eficiencia requiere una **“caída”** de agua de 60 metros y un caudal aproximado de 35 litros/segundo.

- **Creación de Junta de Aguas**

Con la participación de un facilitador, se convoca a los habitantes de la comunidad para que participen en la organización de una Junta de Aguas. Esta Junta tiene como objetivo principal velar por la conservación de la fuente de agua y su área aledaña que incluye el bosque. Al inicio del proyecto, la junta intercede ante los dueños de las propiedades con bosque y cercanas a la fuente de agua para producir una declaratoria de protección permanente a la fuente de agua. Esta declaratoria es inscrita en la municipalidad. Como función permanente, la Junta se encarga de monitorear la cuenca generadora de agua y estar pendiente de cualquier cambio o deterioro que pueda sufrir para tomar las medidas necesarias para su protección.

- **Creación de Junta de Energía**

Los miembros de la comunidad seleccionan los integrantes de la Junta de Energía, la cual tiene como función garantizar el adecuado funcionamiento del sistema eléctrico. Esta Junta se encarga de fijar la tarifa mensual de cobro del servicio de acuerdo al consumo estimado en cada casa de habitación y de regular que no haya abusos respecto a su utilización. Con el pago mensual deben establecer un fondo de mantenimiento y contingencia para efectuar labores de mantenimiento y reparación del sistema. También deben seleccionar personal encargado de la operación y mantenimiento del sistema y sufragar sus honorarios.

- **Instalación de MHC**

La instalación del sistema es dirigida por personal técnico debidamente entrenado. La instalación incluye: la selección del sitio de la toma de agua, construcción de toma de agua, construcción de pequeño embalse, trazo de la tubería, selección de sitio y construcción de cuarto de máquinas, diseño e instalación de red eléctrica, instalación eléctrica en cada casa de habitación.

Es importante mencionar que en este paso la colaboración de la comunidad es imprescindible. La comunidad debe aportar la mano de obra necesaria para la instalación del sistema y aportar materiales locales que son necesarios en la construcción del sistema, como madera, piedra y arena.

- **Capacitación – Mantenimiento y Operación**

Para garantizar la utilización apropiada de la MCH es necesario capacitar personal en las comunidades en todo lo relacionado con la administración y operación del sistema, incluyendo asistencia en la formación de un reglamento de uso y manejo de la MCH de acuerdo a experiencias en proyectos anteriores, con el objeto de garantizar una sostenibilidad económica del sistema y promover las condiciones necesarias para el mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes.

5. LOS COSTOS DEL PROYECTO

A continuación se presenta una estimación de los costos considerando una comunidad ubicada en el litoral Atlántico, a 250 km de La Lima, Cortés, Honduras, para iluminar 40 casas, utilizando un generador de 12.5 kW/h. La dispersión de las casas es a un radio aproximado de 1000 m de la casa de máquinas. Los datos de campo son:

Tabla 1. Datos de campo

Caudal aforado en verano:	60.0 litros/segundo
Caudal de diseño:	35.0 litros/segundo
Altura vertical total:	66.0 metros
Altura neta:	55.0 metros
Longitud de tubería:	620.0 metros
Potencia neta del generador:	12.5 kW/h

Fuente: Elaboración propia.

Este sistema puede generar 12.5 kW/h y suplir de electricidad a 40-50 familias. Cada familia tiene "derecho" a instalar 3 bombillas tipo "ahorradoras de electricidad". La comunidad, de común acuerdo con los beneficiarios autoriza la instalación de televisores, radios, ventiladores, baterías, nevera y otros aparatos electrodomésticos en la comunidad.

Los costos de instalación son muy variables pues están afectados por varios factores, incluyendo: la geografía del sitio, la distancia a la fuente de agua, la distancia al cuarto de máquinas, la concentración o dispersión de las casas.

Tabla 2. Estimación de los costos de instalación de una MHC

Detalle	US \$	%
Planificación y diseño	5,000	10
Construcción de presa, tubería, casa de máquinas, canal de descarga, preparación del terreno	15,000	30
Equipo hidromecánico – Turbina y accesorios	5,000	10
Equipo eléctrico – Generador 12.5 Kw/h	2,500	5
Red de distribución eléctrica	17,500	35
Instalaciones domiciliarias	2,500	5
Transporte e imprevistos	2,500	5
Total	50,000	100

Fuente: Elaboración propia.

El costo total no incluye el valor de la utilización de mano de obra de la comunidad en la construcción del sistema. Se estima que esto equivale a una contribución del 15% del costo total.

Los proyectos desarrollados a la fecha han sido financiados por la comunidad internacional que ha aportado un 70% del costo de cada proyecto, la comunidad beneficiaria que aporta un 15% y las alcaldías que han aportado un 15%. La aportación de las alcaldías está incluida en los diferentes costos del cuadro anterior, no así la contribución en mano de obra y algunos materiales que aporta la comunidad.

6. BENEFICIOS

- **Beneficios familiares**

Este tipo de proyecto es de gran beneficio para toda la familia rural. Las mujeres probablemente tengan mayor beneficio que los hombres debido a que ellas están dedicadas a las labores del hogar y a actividades rutinarias familiares como: cocinar, tareas escolares con niños, entretenimiento a través de televisores y radio, nevera para preservación de alimentos y medicinas, cuidado a enfermos. En vista de que estos proyectos generalmente incorporan el desarrollo de estufas ahorradoras de leña, se mejora la salud de la familia, especialmente mujeres y niños quienes dejan de absorber los gases emitidos por la kerosene y humo emitido por la utilización de leña, ocote, petróleo o candil.

- **Beneficios económicos**

La obtención de energía en los hogares proporciona beneficios económicos para cada familia en vista que se reducen los gastos en kerosene, velas, velas, fósforos, baterías para linternas, radios y se evita el pago por carga de teléfonos celulares. Los costos de mantener el sistema de MHC en operación es más económico que la utilización de combustibles, ocote o velas. Las MHC dan la oportunidad a los pobladores de la comunidad a utilizar la energía para fines productivos (pequeñas herramientas, refrigeración, molinos) y les da la oportunidad de tener iluminación y de adquirir ciertos aparatos eléctricos como abanicos, radios, televisores, refrigeradoras o congeladores económicos para el almacenamiento de medicinas y alimentos congelados o fríos. En algunas comunidades, se utiliza el agua que sale de la casa de máquinas para abastecer lagunas donde se produce tilapia. Esto da una fuente de proteína y de ingresos adicionales a la comunidad.

- **Beneficios ambientales**

La generación de energía a través del agua incentiva y obliga a la comunidad a definir legalmente áreas protegidas para reserva y regeneración del bosque en la microcuenca. Debido a la introducción de nuevos cultivos en sistemas agroforestales generadores de ingresos económicos, se contribuye de manera sustancial a la preservación del suelo, la conservación de las fuentes de agua, al aumento en la biodiversidad, el aumento en los ingresos y a la mejora de las condiciones de vida de los pobladores.

DECÁLOGO DE PROPUESTAS: LAS ENERGÍAS RENOVABLES COMO INSTRUMENTO DE LUCHA CONTRA LA POBREZA EN LA NUEVA AGENDA DEL DESARROLLO POST 2015

Pedro Caldentey del Pozo¹³

La Fundación ETEA para el Desarrollo y la Cooperación, la Universidad Loyola Andalucía y la Fundación Focus Abengoa promovieron este Seminario sobre las *Energías Renovables como Instrumento de Lucha Contra la Pobreza* con el interés de unir la experiencia de tres instituciones de naturaleza muy diferente en torno a cómo las energías renovables pueden ser un instrumento en la lucha contra la pobreza, de cara a la formulación de la agenda del desarrollo post 2015.

El Seminario nos permite sacar estas conclusiones que servirán de aporte a futuras actuaciones alineadas con la nueva Agenda del Desarrollo:

1. Existe un marco internacional de acuerdos y compromisos de desarrollo (ODS, agenda de eficacia de la ayuda, ...) que está hoy en proceso de definición y que incorporará la energía como asunto prioritario (ODS 7 acceso a la energía asequible, segura, sostenible y moderna - Agenda Post 2015); que tiene su traslación en la agenda de relaciones exteriores y de cooperación al desarrollo de España; y que interpela también a los actores privados que trabajan tanto en el sector del desarrollo y la cooperación como en el sector de las energías renovables.
2. Las distintas ponencias de este seminario han proporcionado evidencias de cómo las regiones y comunidades más pobres son las más vulnerables al cambio climático, de cómo una parte significativa de la población mundial no tiene acceso a la energía y de las implicaciones que ello tiene en su bienestar y en sus oportunidades de desarrollo. La falta de acceso a la energía genera problemas de gran magnitud (por ejemplo: la crisis de la leña y el impacto negativo en la salud de la convivencia del humo) que son, sin embargo poco visibles por cotidianos y extendidos.
3. El acceso a la energía es determinante en el análisis del desarrollo y la pobreza. Lo es hace tiempo en términos de seguridad y diversificación de abastecimiento porque se han estudiado ampliamente las implicaciones que tiene tanto en términos de desarrollo de las naciones, de productividad de las economías y de dependencia política. Pero lo es también como variable que define la condición de pobreza y las oportunidades de salir de ella. El acceso a la energía y todas sus manifestaciones (al frigorífico, al cargador del móvil, a la luz en casa, al apoyo a las labores rurales, para el ocio y la convivencia familiar) es un rasgo principal de la pobreza y determinante de otras variables.

¹³ Pedro Caldentey del Pozo es Profesor de Economía Aplicada de la Universidad Loyola Andalucía y Director Ejecutivo de la Fundación ETEA. Doctor en Ciencias Económicas y Empresariales por la Universidad de Córdoba. Consultor para diversos organismos internacionales como la Unión Europea, CEPAL, AECID y la OCDE. Ha sido Asesor principal del Fondo España-SICA y coordinador de la línea de Fortalecimiento Institucional. Contacto: pedro.caldentey@fundacionetea.org.

4. La sostenibilidad es un imperativo moral que no se limita al ámbito personal y tiene también una dimensión social, entre otras. Es preciso contribuir a que las personas adopten actitudes virtuosas, pero hay que comprometerse colectiva e institucionalmente por la transformación de la sociedad. Las estructuras de la sociedad y su gestión de los recursos naturales o la preservación del medio ambiente no son algo dado a lo que tenemos que adaptar nuestra vida, sino una variable susceptible de ser modificada, y es responsabilidad humana hacerla evolucionar con criterios éticos. Las instituciones tienen un papel relevante que manifiesta la dimensión social de la ética y concretamente aquí, el colectivo científico e investigador, pero también una institución universitaria como la nuestra. En un Seminario que reúne actores involucrados en promoción y gestión de las energías renovables, todos tenemos la obligación de poner esas energías renovables al servicio de los más desfavorecidos.

5. Hay experiencias en torno a las energías renovables y la pobreza en distintos niveles que nos animan a profundizar la investigación y el desarrollo de iniciativas de este tipo. El acceso a la energía tiene, como toda variable de desarrollo, una naturaleza multidimensional y enfoque centrados en todos los ámbitos de la vida cotidiana y de la sociedad. La promoción de las energías renovables como instrumento de lucha contra la pobreza tiene interés en distintos ámbitos de la sociedad y las personas:

a. Desde el ámbito estatal: con iniciativas que promueven las energías renovables como parte del mix de fuentes energéticas ya sea desde el ámbito supranacional (ECOWAS o SICA) o desde políticas estatales en todas las regiones del mundo. como las que nos exponía la AECID o se ha mencionado en el coloquio a partir de los debates que las energías renovables y su fomento y regulación tiene en España y la UE.

b. Desde el ámbito regional y local (comunidades, ayuntamientos): con el desarrollo de políticas comunes que se extiendan a todo el territorio promoviendo energías renovables y un uso eficiente y sostenible de la energía cualquiera que sea su origen.

c. Desde el ámbito de las comunidades: con herramientas e innovaciones que faciliten el acceso a la energía a partir de fuentes renovables, que se inserten adecuadamente en las comunidades adaptándose a los usos culturales y usando como incentivo los usos de la energía que la gente aprecia para ampliarlos a otros usos de interés y fomentar la protección del medio ambiente.

6. Las políticas en todos los niveles nos deben conducir a un mix de fuentes energéticas adecuadas a cada ámbito, desde el nacional al comunitario; las cocinas solares son un elemento apto para entornos con poco acceso a la energía. Las comunidades remotas necesitan su propio mix de energías.

7. Los programas de apoyo al acceso a las energías renovables demandan integralidad. Hay que detectar las oportunidades de trabajo que se derivan de intervenciones de desarrollo que ya están en marcha, como es el caso de la implantación de microcentrales hidroeléctricas en comunidades rurales sin acceso al agua y a partir de redes locales de generación solar.

a. Hay que estudiar el acceso a las energías renovables en el marco de la multidimensionalidad de la pobreza: un programa o iniciativa que sólo aporte energía es insuficiente y genera ciertos riesgos.

b. Hay que medir los efectos directos e indirectos que cualquier programa o intervención pueda provocar: las comunidades tienen usos y tradiciones propias y su interpretación del acceso a las fuentes de energía renovable debe ser tenido en cuenta.

c. Hay que organizar sistemas comunitarios de gestión de la energía que promuevan usos adecuados y la sostenibilidad de los sistemas de generación y acceso. Es un factor tan trascendente como el tecnológico.

8. En pocos ámbitos del desarrollo es tan pertinente como en este el instrumento de las alianzas público-privadas. Las aportaciones que las empresas, universidades y centros de investigación pueden hacer en este campo en coordinación con las administraciones públicas son muy importantes. La complejidad del tema, la magnitud de algunas inversiones, políticas e intervenciones, y la necesidad de articular las políticas y programas a todos los niveles hacen muy necesaria la alianza de todos los actores. Como siempre en este tema, surgen las prevenciones sobre la participación de la empresa en el desarrollo. Efectivamente existe el riesgo de que las alianzas público-privadas para el desarrollo sean percibidas como una oportunidad de negocio o que se den discrepancias sobre la coherencia de los programas de responsabilidad social empresarial con la actividad regular de las empresas. Pero hoy en día ese es un debate con soluciones relativamente fáciles y no debe interrumpir la indispensable aportación que las empresas pueden hacer en la promoción y el acceso a las energías renovables.

9. El uso de las energías renovables baratas y accesibles se convierte en un instrumento clave para el acceso a la energía de las poblaciones más pobres y desfavorecidas de nuestro mundo. La lucha contra la pobreza energética debe convertirse en una cuestión clave dentro de la nueva agenda del desarrollo más allá de 2015 y por tanto debe formar parte insoslayable de las acciones de desarrollo que se acometan desde las instituciones públicas, privadas y del tercer sector, y tanto mejor si estas se llevan a cabo en alianzas intersectoriales bajo nuevos formatos de innovación social.

10. Queremos aprovechar este seminario para presentarles el compromiso de la Universidad Loyola Andalucía y de Abengoa para abordar este tema dentro de sus líneas prioritarias de investigación poniendo sus mejores herramientas y capacidades en torno a las energías renovables al servicio de la lucha contra la pobreza. Aspiramos a que sea una línea de trabajo situada en el corazón de la institución para resolver a favor de las mayorías o de los más desfavorecidos aquellas tensiones que la sostenibilidad genera en términos de desarrollo y crecimiento y de equidad del bienestar.



FUNDACIÓN ETEA
PARA EL DESARROLLO Y LA COOPERACIÓN

UNIVERSIDAD
LOYOLA
ANDALUCÍA

Fundación Focus-Abengoa
**Foro Transición Energética
y Cambio Climático**

