

CREACIÓN DE VALOR EN LA BASE DE LA PIRÁMIDE: MODELOS DE NEGOCIO ANTE EL RETO DEL ACCESO UNIVERSAL A LA ENERGÍA

Andrés González García¹

Investigador Asistente

Instituto de Investigación Tecnológica (IIT), ETSI - ICAI
Universidad Pontificia Comillas

1. INTRODUCCIÓN

Las nuevas tecnologías energéticas de bajo coste empiezan a permitir hoy que el acceso “a servicios energéticos limpios, fiables y asequibles para cocina, calefacción, iluminación, comunicaciones y usos productivos” sea un reto al alcance de nuestras sociedades. Según la Agencia Internacional de la Energía (IEA, 2013) en 2011 más de 1300 millones de personas en el mundo utilizan leña, velas, lámparas de keroseno y pilas desechables para iluminarse, y 2700 millones cocinan y se calientan principalmente por medio del “fuego sobre tres piedras” lo cual supone cerca de 4 millones de muertes anuales por enfermedades pulmonares relacionadas con el humo en las casas, especialmente en los niños.

Y sin embargo este mercado de soluciones energéticas de baja calidad supone anualmente un desembolso de 33 mil millones de euros para esta población en la base de la pirámide, habitualmente en situación de pobreza y en su mayor parte rural. La inversión necesaria para dotar de electricidad y tecnologías modernas de calor doméstico se estima en 43 mil millones de euros anuales de aquí a 2030.

¹ Este artículo es fruto del trabajo del autor en el marco de la línea conjunta de investigación para el Acceso Universal a la Energía desarrollada por Ignacio Pérez Arriaga^{I y II}, Robert Stoner^{II}, Claudio Vergara Rodríguez^{II}, Douglas A. Ellman^{II}, Yael Borofsky^{II}, Reja Amatya^{II}, Lily M. Mwalenga^{II}, Patricia Levi^{II}, Vivian Li^{II} y Ana Moreno Romero^{III} del Comillas University MIT Electricity Systems Program (COMITES).

- I. IIT, ICAI, Universidad Pontificia Comillas
- II. Massachusetts Institute of Technology – MIT. Estados Unidos
- III. ETSI Industriales, Universidad Politécnica de Madrid.

Un desafío de esta magnitud no se puede abordar seriamente sin capital privado y, muy probablemente, sin la involucración de las grandes compañías energéticas, aunque tampoco hay que descartar enfoques descentralizados que, ya sean transitorios o no, están teniendo lugar. Obviamente esto sólo sucederá si se puede definir un modelo de negocios sostenible y atractivo con la participación de las comunidades afectadas.

En este artículo desarrollaremos el marco habilitador necesario que permita la implantación de estos modelos de negocio, apoyándonos en las diferentes experiencias de éxito que están ya teniendo lugar. A continuación analizaremos el creciente e importantísimo papel que las grandes empresas energéticas están jugando, en el capítulo *El rol de las empresas energéticas en el Siglo XXI ante el reto del Acceso Universal a la Energía*, que firma Hernán Cortés Soria.

2. EL RETO DEL ACCESO UNIVERSAL A LA ENERGÍA

El Grupo Asesor sobre Energía y Cambio Climático de la Secretaría General de Naciones Unidas (SG AGECC, 2010) define Acceso Universal como “*acceso a servicios energéticos limpios, fiables y asequibles para cocina, calefacción, iluminación, comunicaciones y usos productivos*”.

1.300 millones de personas carecían de acceso a electricidad en 2011, según la Agencia Internacional de la Energía (IEA, 2013). 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.

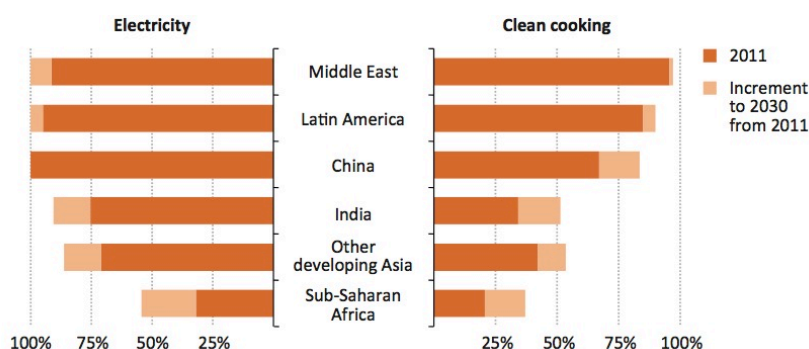


Figura 1. Porcentaje de la población con acceso a electricidad y cocinas mejoradas en 2011 y en el Escenario 2030 de Nuevas Políticas (IEA, 2013)

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 (Tirado Herrero, López Fernández, & Martín García, 2012). 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 (Bouzarovski, Petrova, & Sarlamanov, 2012; Liddell & Morris, 2012; Moore, 2012; Thomson, 2013).

Lograr en 2030 un Acceso Universal básico a formas modernas de energía (electricidad y calor) requerirá (IEA, 2011) una inversión aproximada a los 48.000 millones de dólares anuales, un total de un billón métrico de dólares de inversión acumulada. 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 llegará a consumir una media de 800 kWh por persona y año en 2030, 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 (Brazilian & Pielke, 2013).

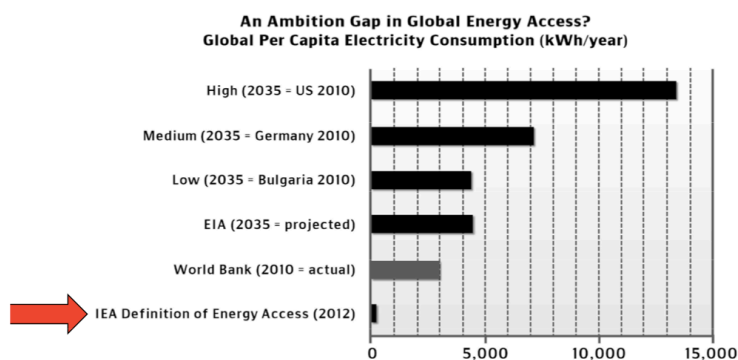


Figura 2: Consumo global per cápita de electricidad (kWh/año) (Brazilian & Pielke, 2013).

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 impide 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 las casas (en algunos casos incluso del 10%) tiene conexión eléctrica, incluso cuando ésta sea muy poco fiable y esté limitada a algunas pocas horas al día. 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 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 (*Niveles o Tiers*) de electrificación y cocinas mejoradas, estableciendo un estándar internacional para la denominada *escalera de la energía* (ESMAP, World Bank, & IEA, 2013).

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).

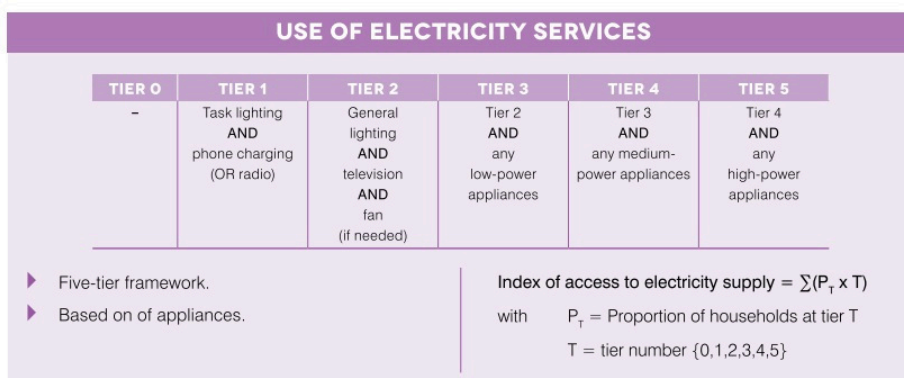
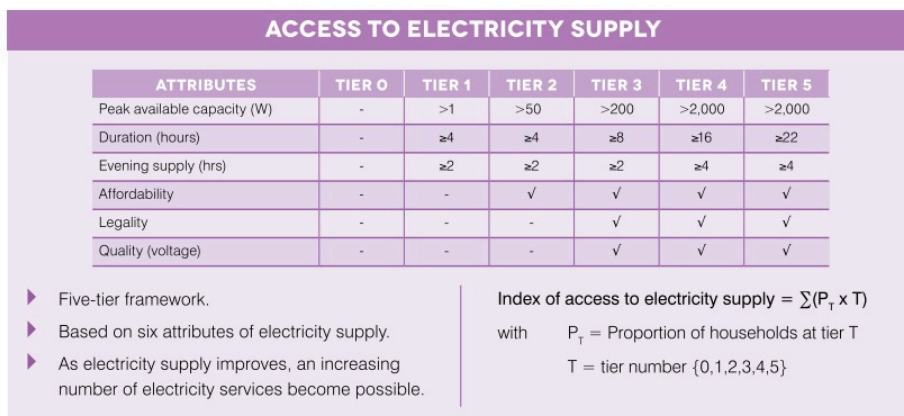
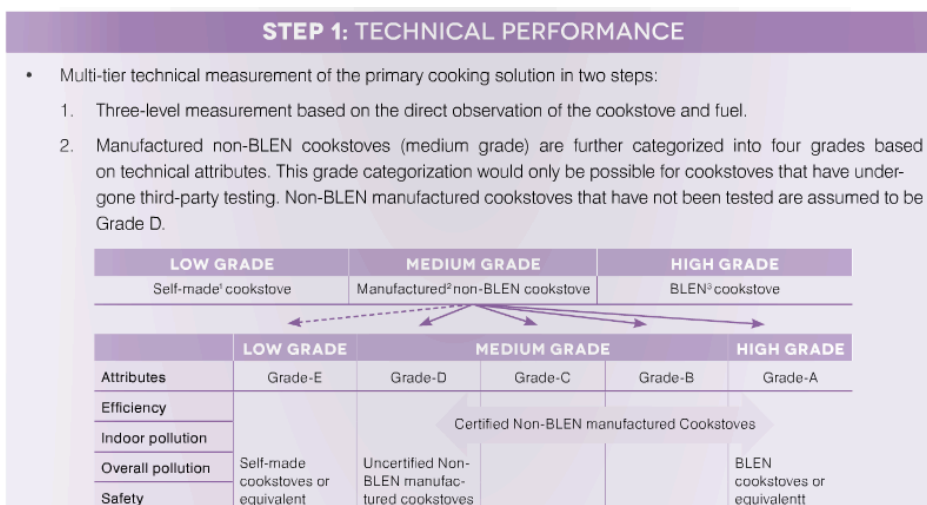


Figura 3: Marco SE4All para los niveles de acceso a electricidad (ESMAP et al., 2013).

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, contaminación doméstica, contaminación total, seguridad) y de la calidad del servicio provisto (conformidad, conveniencia, adecuación) tal y como se muestra en la Figura 4.



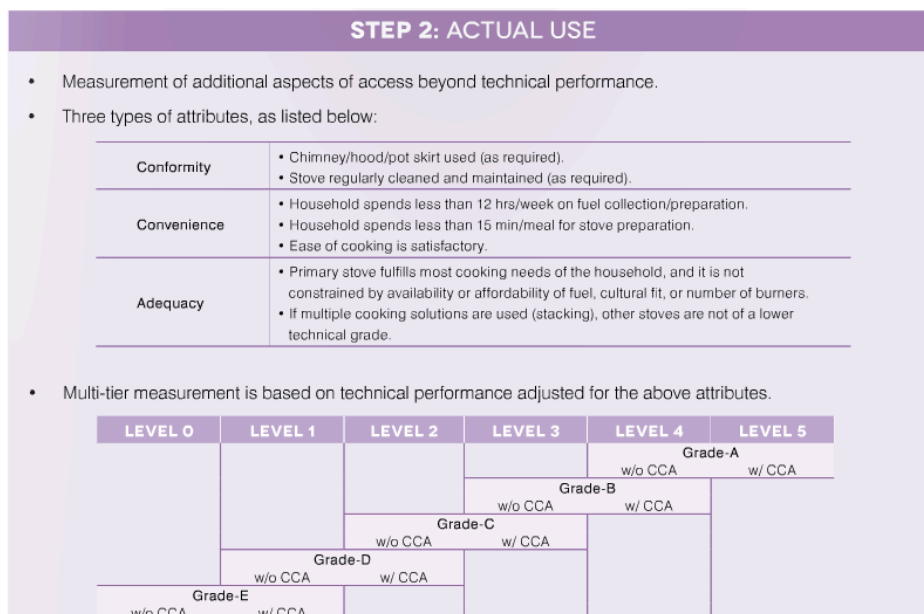


Figura 4: Marco SE4all para las soluciones de cocina domésticas (ESMAP et al., 2013)

3. LA ENERGÍA COMO VECTOR DE DESARROLLO

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 (Practical Action, 2014; Secretaría General de Cooperación Internacional para el Desarrollo, 2014). “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”(Brazilian & Pielke, 2013).

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 (IEA, 2004). 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 (Brazilian, Nussbaumer, Cabraal, et al., 2010), 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 (Legros et al., 2009). El acceso a la energía mejora la productividad, la creación de ingresos locales y el acceso a la educación como puede desprenderse de las diferentes gráficas que muestra la Figura 5.

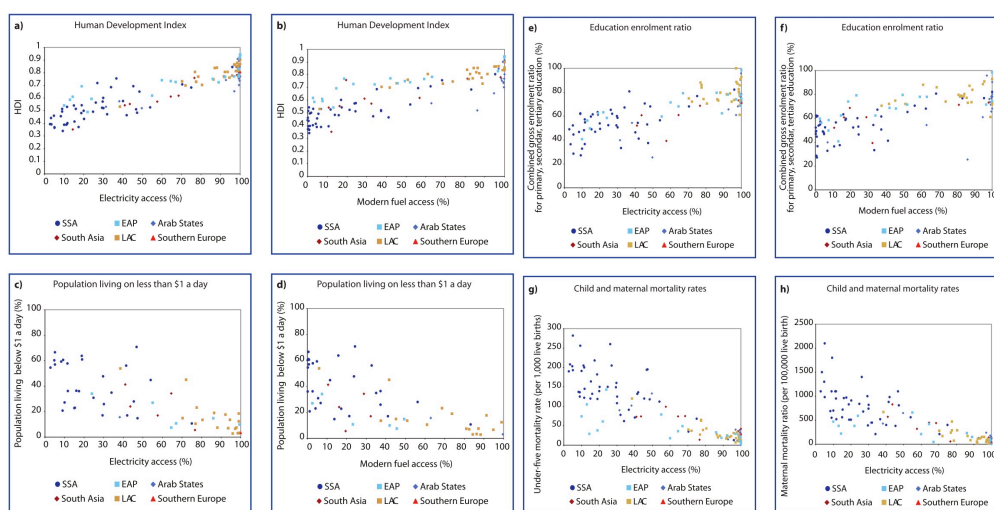


Figura 5: Indicadores de desarrollo y acceso a la energía (datos PNUD 2007) (Legros et al., 2009)

4. ACCESO A LA ENERGÍA Y SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL

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 (IEA, 2011; IPCC WGIII, 2014). 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 (Brazilian & Pielke, 2013; Wolfram, Shelef, & Getler, 2012).

Por otro lado los escenarios “business as usual” consideran una proporción mucho más alta de generación diesel 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 se calcula que 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.

5. UN RETO ALCANZABLE AHORA. TECNOLOGÍAS QUE HABILITAN NUEVOS MERCADOS

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 (Eisman, Olivares, Moreno, Verástegui, & Mataix, 2013; Kilian Reiche, Grüner, Attigah, Hellpap, & Brüderle, 2010; Lighting Africa, 2013; Lysen, 2013). 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 (Alliance for Rural Electrification & USAID, 2011; Bhattacharyya, 2013; Khennas & Barnett, 2000; Kishore, Jagu, & Nand Gopal, 2013; NREL, 2001; Palit & Chaurey, 2011; Sigrist, Lobato, & Rouco, 2013).

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).

- Microrredes aisladas (Alzola et al., 2009; Beerbaum & Weinrebe, 2000; Brent & Rogers, 2010; DFID, 2010; Garrett Hardin, 1968; Izquierdo et al., 2011; Kishore et al., 2013; Nouni, Mullick, & Kandpal, 2009; Soto & Modi, 2012; Thomas, Azevedo, & Morgan, 2012). 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 (Brazilian, Nussbaumer, Haites, et al., 2010; Gaunt, 2003; Marquard, Bekker, Eberhard, & Gaunt, 2007; Pachauri et al., 2013; Zomers, 2001). 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 o la infraestructura de red es deficiente. 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 microrredes 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.

6. 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, pilas desechables, carga de móviles, keroseno para iluminación) para satisfacer sus necesidades de luz y cocina (IFC World Bank, 2012; Lighting Africa, 2010, 2011, 2013; Prahalad, 2006). 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.

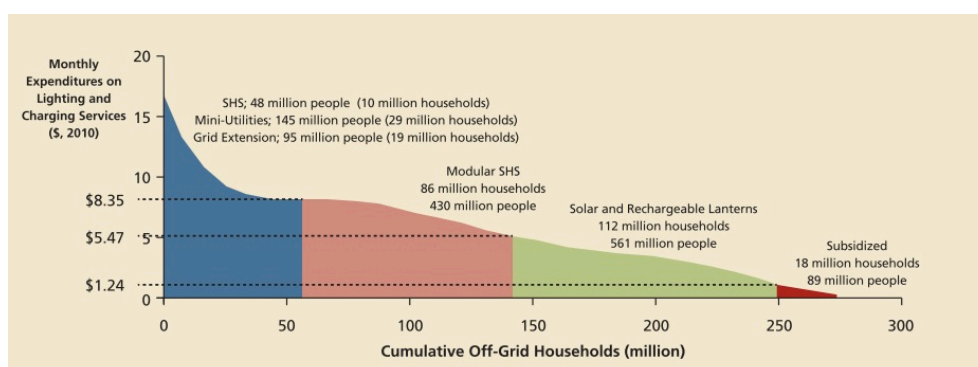


Figura 6: Mercado potencial del acceso a servicios modernos de electricidad en 2010 (IFC World Bank, 2012)

Como se desprende del mismo estudio (IFC World Bank, 2012), 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 microrredes, 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 de potencias inferiores a 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 que los 5,47 euros mensuales, 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.

7. MODELOS DE NEGOCIO

La adaptación de productos y servicios a las necesidades de grupos de bajos ingresos requiere de un esfuerzo significativo en desarrollo e innovación (Agbemabiese, Nkomo, & Sokona, 2012; Chow & Brew-Hammond, 2010; IFC World Bank, 2012; Srivastava, Sokona, Mulugetta, & Gujba, 2012; Ulsrud, Winther, Palit, Rohracher, & Sandgren, 2011). 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 (Dinkelman, 2011; Eisman et al., 2013; Schillebeeckx, Parikh, Bansal, & George, 2012; Wilson, Wood, & Garside, 2012; Wimmer, 2012). Los pequeños y pico sistemas de iluminación han supuesto el auge de modelos de provisión de soluciones energéticas radicalmente innovadoras, mucho más cercanas 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 microrredes 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 sus 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. La Tabla 1 muestra diferentes ejemplos de modelos de negocio sostenibles clasificados según el tipo de organización y la solución tecnológica aplicada, mostrando la gran variedad de enfoques y soluciones que se están dando en este momento.

		Conexión a la red	Micro-redes aisladas	Sistemas aislados	Pico sistemas
Con ánimo de lucro	Pequeños, descentralizados	Sunlabob (Laos)	OMC Power (África, India), Scatec Solar (India), Sunlabob (Laos), Sunlabob (Laos), Asantys (África, Asia)	Barefoot Power (África), Sunlabob (Laos), Soluz (LatAm), Asantys (África, Asia)	Barefoot Power (África), Sunlabob (Laos), Soluz (América), Teri (India), Asantys (África, Asia)
	Grandes, centralizados	NDPL (India), ENEL (Brasil), Fenosa-Gas Natural (Guatemala), Condensa (Colombia), Schneider (Global)	NPDCAPL (India), ENEL (Chile, Perú), Dresser-Rand (Brasil) Schneider-Electric (Global),	ENEL&Barefoot College (América Latina), Schneider-Electric (Global)	Schneider (Global), Philips (África, India), Tata Power Solar (India)
Sin ánimo de lucro	Cooperativas	Coopesantos et al. (Costa Rica), REB (Bangladesh), NEA (Filipinas)	ESD (Sri Lanka), Coopesantos et al. (Costa Rica)	Costa Rica Energía Sin Fronteras (Guatemala)	
	Empresas Sociales		Mera Gao Power (India)	Grameen Shakti (Bangladesh), AccionaME (México), D.Light (Asia, África)	Grameen Shakti (Bangladesh), AccionaME (México), D.Light (Asia, África)
	ONG		Teri (India)	Practical Action (América, África)	Solar Aid – SunnyMoney (África)
Públicos	Pequeños, descentralizados		RVEVESP (India)	Municipalidades (Sunlabob) EnDev (África, Asia, América)	EnDev (África, Asia, América)
	Grandes, centralizados	ONE-PPP (Morocco), Eskom (África del Sur), WAPP (África)		Empresas públicas en Perú	

Tabla 1: Matriz de modos de suministro de electricidad y buenas prácticas en modelos de negocio (Gonzalez-Garcia, Amatya, Stoner, & Perez-Arriaga, 2014).

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.

8. MARCO INTEGRAL DE TECNOLOGÍAS, MODELOS DE NEGOCIO, REGULATORIO Y FINANCIERO

En la Tabla 2 se muestran las diferentes claves de éxito identificadas para los diferentes modos de electrificación analizadas desde múltiples dimensiones:

- La determinación de las tecnologías adecuadas y de bajo coste que se utilizarán para el desarrollo de tareas de planificación y de decisiones de inversión.
- Un modelo centrado en los usuarios, en la provisión de servicios energéticos con calidad adecuada; sostenible económica, social y medioambientalmente; que garantice la asequibilidad para la población de menores ingresos; que disponga de una financiación adaptada a distintas escalas en función de las necesidades de los diferentes agentes, así como una cobertura apropiada de su exposición al riesgo.
- Un compromiso político decidido a solucionar el problema de acceso a la energía, y un marco regulatorio adecuado que establece claramente los derechos y obligaciones de las partes implicadas y, especialmente, las reglas de remuneración de la provisión del servicio de Acceso Universal, integrado y coordinado con el resto de políticas energéticas, de sostenibilidad y de desarrollo.
- La articulación de los agentes e instituciones implicados, con especial atención a las fuentes de financiación y atracción de capital privado para esta actividad.

	Conexión a la red	Micro-redes aisladas	Sistemas aislados	Pico sistemas
Tecnologías	Tecnologías de bajo coste, micro-redes desconectables, generación distribuida	Corriente alterna y continua, operación y mantenimiento, calidad de servicio	Corriente alterna y continua, operación y mantenimiento, calidad tecnológica	Corriente continua, bajo peso, portátiles, bajo mantenimiento, alta eficiencia
Modelos de negocio	Distribuidoras tradicionales y mini-distribuidoras descentralizadas	Descentralización y mini-distribuidores de servicio, complejidad de facturación	Descentralización y mini-distribuidores de servicio o venta de equipos, gestión de la operación y mantenimiento, complejidad de facturación	Propiedad del usuario, bajo coste, resiliencia en entornos desregulados, distribuidos y descentralizados, franquicias, competencia de mercado
Financiación	Muy altos costes de inversión. Microcrédito para el coste de conexión de los usuarios	Altos costes de inversión. Microcréditos para coste de conexión de los usuarios	Modelos híbridos de propiedad por agentes y usuarios, necesidad de microcréditos y financiación de inversión	Pago a plazos y microcréditos, financiación de los intermediarios
Regulación	Entorno regulador sólido, subsidios cruzados, incentivos a la conexión de la población de bajos ingresos. Concesiones geográficas	Necesidad de regulación y entorno facilitador. Concesiones de servicio eléctrico	Estándares de calidad, necesidad de incentivos, subsidios y tarifas reguladas, competencia en el mercado y por el mercado	Estándares de calidad, baja o ninguna necesidad de subsidios
Gobernanza	Modelo tradicional público o privado, enfoques descentralizados emergentes	Alto mantenimiento y necesidad de entornos maduros. Alianzas publico privadas	Alianzas público – privadas, eco sistema de agentes complejo	Campañas de sensibilización, cadenas de suministro, capacidades y negocios locales

Tabla 2: Matriz de modos de suministro de electricidad y claves de éxito (González-García, Amatya, Stoner, & Pérez-Arriaga, 2015).

9. CONCLUSIONES

Resulta obvio que problema global de esta magnitud no puede abordarse sin la participación de capital privado y requiere, oportunamente, la correcta interacción de un ecosistema de actores enfocado hacia la creación de valor para y con las comunidades beneficiarias. La gobernanza de este ecosistema necesita de visiones y estrategias a la medida del problema, y de valores compartidos por parte de usuarios, gobiernos, grandes compañías energéticas, empresas tecnológicas, proveedores de servicios locales, empresas sociales, entidades financieras (y microfinancieras), ONG, instituciones y donantes internacionales.

Por tanto es necesario abordar este reto no sólo desde una perspectiva amplia, sino con una ambición a la medida del desafío que plantea, para lo que es necesario *pensar a lo grande* (“*Think BIG*”) pero también conscientes de la oportunidad que presentan las nuevas tecnologías de bajo coste para la electrificación y la necesidad de estas

infraestructuras para promover el desarrollo humano y sostenible, como denota la novedad de la inclusión del acceso universal a la energía como uno de los principales objetivos de la Agenda Post 2015 de los Objetivos de Desarrollo del Milenio.

10. BIBLIOGRAFÍA.

Agbemabiese, L., Nkomo, J., & Sokona, Y. (2012). Enabling innovations in energy access: An African perspective. *Energy Policy*, 47, 38–47. doi:10.1016/j.enpol.2012.03.051

Alliance for Rural Electrification, & USAID. (2011). *Hybrid mini-grids for rural electrification: lessons learned*.

Alzola, J. a., Vechiu, I., Camblong, H., Santos, M., Sall, M., & Sow, G. (2009). Microgrids project, Part 2: Design of an electrification kit with high content of renewable energy sources in Senegal. *Renewable Energy*, 34(10), 2151–2159. doi:10.1016/j.renene.2009.01.013

Beerbaum, S., & Weinrebe, G. (2000). Solar thermal power generation in India. A techno-economic analysis. *Renewable Energy*, 21, 153–174.

Bhattacharyya, S. C. (2013). *Rural Electrification through decentralised off-grid systems in developing countries*. London.

Bouzarovski, S., Petrova, S., & Sarlamanov, R. (2012). Energy poverty policies in the EU: A critical perspective. *Energy Policy*, 49, 76–82. doi:10.1016/j.enpol.2012.01.033

Brazilian, M., Nussbaumer, P., Cabraal, A., Centurelli, R., Detchcon, R., Gielen, D., ... Ziegler, F. (2010). *Measuring Energy Access: Supporting a global target*. New York.

Brazilian, M., Nussbaumer, P., Haites, E., Levi, M., Howells, M., & Yumkella, K. K. (2010). Understanding the Scale of Investment for Universal Energy Access. *Geopolitics of Energy*, 32(NOVEMBER), 21–70.

Brazilian, M., & Pielke, R. (2013). Making Energy Access Meaningful. *Issues in Science and Technology*, 74–79.

Brent, A. C., & Rogers, D. E. (2010). Renewable rural electrification: Sustainability assessment of mini-hybrid off-grid technological systems in the African context. *Renewable Energy*, 35(1), 257–265. doi:10.1016/j.renene.2009.03.028

Chow, L. C. H., & Brew-Hammond, A. (2010). Energy access in Africa: Challenges ahead. *Energy Policy*, 38(5), 2291–2301. Retrieved from <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301421509009707>

- DFID. (2010). 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.
- Dinkelman, T. (2011). The Effects of Rural Electrification on Employment: New Evidence from South Africa. *American Economic Review*, 101(December), 3078–3108.
- Eisman, J., Olivares, J., Moreno, A., Verástegui, Á., & Mataix, C. (2013). La electrificación con pequeños sistemas fotovoltaicos domiciliarios (PSFD) ¿Un cambio de paradigma? Lima, Perú: Congreso Internacional sobre el Acceso Universal a los Servicios Públicos de Energía.
- ESMAP, World Bank, & IEA. (2013). *SE4All Global Tracking Framework*. Washington D.C.
- Garrett Hardin. (1968). The Tragedy of the Commons. *Science*, 162, 1243–1248.
- Gaunt, C. T. (2003). *Electrification Technology and Processes to Meet Economic and Social Objectives in South Africa*. University of Cape Town.
- Gonzalez-Garcia, A., Amatya, R., Stoner, R., & Perez-Arriaga, I. (2014). *Preliminary candidate list of appropriate technologies, business models and enabling environment for universal access to electricity*. (No. 16). Rome. Retrieved from www.enelfoundation.org
- González-García, A., Amatya, R., Stoner, R., & Pérez-Arriaga, I. (2015). *Appropriate technologies , business models and enabling environment for Universal Access to modern energy services* (No. In print). Rome. Retrieved from www.enelfoundation.org
- IEA. (2004). *World Energy Outlook*. Paris, France. Retrieved from <http://www.worldenergyoutlook.org/media/weowebiste/2008-1994/weo2004.pdf>
- IEA. (2011). *World Energy Outlook: Energy for All - Financing access for the poor*.
- IEA. (2013). *World Energy Outlook*. Paris.
- IFC World Bank. (2012). *From Gap to Opportunity : Business Models for Scaling Up Energy Access*. Washington D.C.
- IPCC WGIII. (2014). *IPCC WGIII Fifth Assessment Report - Mitigation of Climate Change 2014*. Berlin, Germany. Retrieved from <http://mitigation2014.org/>
- Izquierdo, L., Aguado, M., Alcor, E., Antolín, L., Doménech, M. Á., Eisman, J., ... Díaz, J. L. (2011). Suministro de Energía. In I. Pérez-Arriaga & A. Moreno (Eds.), *Tecnologías para el Desarrollo Humano de las Comunidades Rurales Aisladas* (pp. 86–148). Real Academia de Ingeniería de España.

- Khennas, S., & Barnett, A. (2000). *Best practices for sustainable development of micro hydropower in developing countries: Final synthesis report*. Warwickshire, UK. Kishore,.
- Kilian Reiche, Grüner, R., Attigah, B., Hellpap, C., & Brüderle, A. (2010). *What difference can a PicoPV system make?* Retrieved from <http://www.giz.de/Themen/en/dokumente/gtz2010-en-picopv-booklet.pdf>
- Kishore, V. V. N., Jagu, D., & Nand Gopal, E. (2013). Technology choices for off-grid electrification. In S. C. Bhattacharyya (Ed.), *Rural electrification through decentralised off-grid systems in developing countries* (pp. 39–72).
- Legros, G., Havet, I., Bruce, N., Bonjour, S., Rijal, K., Takada, M., & Dora, C. (2009). *The Energy Access Situation in Developing Countries. A Review Focusing on the Least Developed Countries and Sub-Saharan Africa*.
- Liddell, C., & Morris, C. (2012). Fuel poverty and human health: A review of recent evidence. *Energy Policy*, 38, 2987–2997. Retrieved from http://can.uk.net/downloads/root/regions/se/meetings/Fuel_Poverty_and_Human_Health_-_Christine_Liddell.pdf
- Lighting Africa. (2010). *Solar Lighting for the Base of the Pyramid - Overview of an Emerging Market*.
- Lighting Africa. (2011). *The Off-Grid Lighting Market in Sub-Saharan Africa*. Retrieved from https://www.dropbox.com/s/gb7ii9vhmiusemk/2011_Lighting_Africa_Off-grid_lighting_market.pdf
- Lighting Africa. (2013). *Lighting Africa Market Trends Report 2012*.
- Lysen, E. H. (2013). *Pico Solar PV Systems for Remote Homes. A new generation of small PV systems for lighting and communication*.
- Marquard, A., Bekker, B., Eberhard, A., & Gaunt, C. T. (2007). *South Africa's Electrification Programme. An overview and assessment*. Retrieved from <http://www.gsb.uct.ac.za/files/SAElectrificationworkingpaperfinal.pdf>
- Moore, R. (2012). Definitions of fuel poverty: Implications for policy. *Energy Policy*. doi:10.1016
- Nouni, M. R., Mullick, S. C., & Kandpal, T. C. (2009). Providing electricity access to remote areas in India: Niche areas for decentralized electricity supply. *Renewable Energy*, 34(2), 430–434. doi:10.1016/j.renene.2008.05.006
- NREL. (2001). *Small hydropower systems*. Retrieved from <http://www.nrel.gov/docs/fy01osti/29065.pdf>
- Pachauri, S., van Ruijven, B. J., Nagai, Y., Riahi, K., van Vuuren, D. P., Brew-Hammond, A., & Nakicenovic, N. (2013). Pathways to achieve universal

- household access to modern energy by 2030. *Environmental Research Letters*, 8(2), 024015. doi:10.1088/1748-9326/8/2/024015
- Palit, D., & Chaurey, A. (2011). Off-grid rural electrification experiences from South Asia: Status and best practices. *Energy for Sustainable Development*, 15(3), 266–276. doi:10.1016/j.esd.2011.07.004
- Practical Action. (2014). *Poor people's energy outlook 2014. Key messages on energy for poverty alleviation*. Rugby, UK.
- Prahalad, C. K. (2006). *The Fortune at the Bottom of the Pyramid*. Retrieved from http://books.google.es/books/about/The_Fortune_at_the_Bottom_of_the_Pyramid.html?id=R5ePu1awfloC&pgis=1
- Schillebeeckx, S. J. D., Parikh, P., Bansal, R., & George, G. (2012). An integrated framework for rural electrification: Adopting a user-centric approach to business model development. *Energy Policy*, 48, 687–697. doi:10.1016/j.enpol.2012.05.078
- Secretaría General de Cooperación Internacional para el Desarrollo, M. de A. E. y C. (2014). *Compromiso Universal por un Desarrollo Humano y Sostenible. Posición Española para la Agenda Post-2015 (Borrador 4)*. Retrieved from http://www.cooperacionespanola.es/sites/default/files/posicion_espanola_post2015_borrador_4_31_julio_2014.pdf
- SG AGECC. (2010). *Energy for a Sustainable Future. The Secretary-General's Advisory Group on Energy and Climate Change*. New York.
- Sigrist, L., Lobato, E., & Rouco, L. (2013). Energy storage systems providing primary reserve and peak shaving in small isolated power systems: An economic assessment. *Electrical Power and Energy Systems*, (53).
- Soto, D., & Modi, V. (2012). Simulations of Efficiency Improvements Using Measured Microgrid Data. *2012 IEEE Global Humanitarian Technology Conference*, 369–374. doi:10.1109/GHTC.2012.84
- Srivastava, L., Sokona, Y., Mulugetta, Y., & Gujba, H. (2012). Widening energy access in Africa: Towards energy transition. *Energy Policy*, 47, 3–10. Retrieved from <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301421512002455>
- Thomas, B. A., Azevedo, I. L., & Morgan, G. (2012). Edison Revisited: Should we use DC circuits for lighting in commercial buildings? *Energy Policy*, 45, 399–411. Retrieved from <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301421512001656>
- Thomson, H. (2013). *Fuel Poverty Measurement in Europe : A rapid review of existing knowledge and approaches conducted for eaga Charitable Trust*.
- Tirado Herrero, S., López Fernández, J. L., & Martín García, P. (2012). *Pobreza Energética en España. Potencial de generación de empleo derivado de la*

rehabilitación energética de viviendas. Madrid. Retrieved from <http://catedrazaragozavivienda.unizar.es/Jornada2012/PobrezaEnergetica.pdf>

Ulsrud, K., Winther, T., Palit, D., Rohracher, H., & Sandgren, J. (2011). The Solar Transitions research on solar mini-grids in India. Learning from local cases of innovative socio-technical systems. *Energy for Sustainable Development, 15*(3). Retrieved from <http://www.sv.uio.no/iss/english/research/projects/solar-transitions/results/2012/ulsrud-et-al-final.pdf>

Wilson, E., Wood, R. G., & Garside, B. (2012). *Sustainable energy for all? Linking poor communities to modern energy services.* IIED.

Wimmer, N. (2012). *Green Energy for a Billion Poor.*

Wolfram, C., Shelef, O., & Getler, P. (2012). How will energy demand develop in the developing world? *Journal of Economic Perspectives, 26*, 119–38.

Zomers, A. N. (2001). *Rural Electrification.* University of Twente.