

**MODELOS DE ELECTRIFICACIÓN RURAL DISPERSA  
MEDIANTE ENERGÍAS RENOVABLES EN AMERICA LATINA**

UN PLANTEO ALTERNATIVO BASADO EN EL DESARROLLO RURAL

**MANUEL FUENTE**

Dr. Manuel Fuentes, nacido en Resistencia, Chaco, es especialista en Energías Renovables y Electrificación Rural. Como consultor internacional ha trabajado para el Banco Mundial, la Comisión Europea, el PNUD, ONUDI, el Departamento de Comercio e Industria del Reino Unido. Actualmente es profesor de la Oxford Brookes University. Inglaterra.

**MARCELO ALVAREZ**

Director para Latinoamérica de Total Enegie. Ex gerente para el cono sur de Solares y BP Solar (1998-2003). Investigador part-time de la UBA. Actualmente está desarrollando un doctorado sobre remoción de barreras en planes de desarrollo rural a partir de energía renovable en Oxford Brookes University. Coordinador latinoamericano de INforSE (International Network for Sustainable Energy).

---

## MODELOS DE ELECTRIFICACIÓN RURAL DISPERSA MEDIANTE ENERGÍAS RENOVABLES EN AMÉRICA LATINA UN PLANTEO ALTERNATIVO BASADO EN EL DESARROLLO RURAL

### Resumen:

Los procesos de electrificación rural mediante energías renovables han cambiado por completo en los últimos años. En las décadas pasadas, estos procesos fueron conceptualizados, por parte de la ayuda internacional, como asistencialismo o como intento de creación de una barrera a las migraciones internas o externas. Estas perspectivas para aliviar la pobreza fracasaron debido a la ausencia de interés real en generar desarrollo sostenible y equitativo en comunidades rurales dispersas y postergadas.

Luego, el concepto de asistencialismo fue reemplazado por el de sustentabilidad; el cual, en los procesos de electrificación rural, fue dejado en manos de las fuerzas del mercado, al menos en proyectos financiados por organismos multilaterales de crédito. El concepto fue que debía generarse un mercado genuino para que la electrificación rural sea llevada a cabo por empresas interesadas en desarrollar este mercado en áreas determinadas. Varios de estos modelos han tratado de implementarse en América Latina y en otras regiones del tercer mundo. Quizás uno de los más conocidos sea el modelo de concesión desarrollado para la Argentina (PAPER / PERMER).

Sin embargo, dado el contexto socioeconómico de la región, ninguno de estos modelos pudo ser implementado con éxito, con independencia de la voluntad (algunas veces transformada en voluntarismo) circunstancial de uno o más actores. Es por eso que debemos repensar estos modelos.

El concepto de sustentabilidad debe estar estrechamente relacionado con el de desarrollo socioeconómico local. Por otra parte, la electrificación rural debe ser un vector para el desarrollo social; y es en ese contexto que no puede depender exclusivamente del mercado y sus actores, sino que debe estar inmerso en la planificación del desarrollo rural.

Las aplicaciones de la energía solar fotovoltaica, de la eólica, de la hidroeléctrica de pequeña escala, de la biomasa en la agricultura, en la pequeña industria rural, en servicios socia-

---

MODELOS DE ELECTRIFICACIÓN RURAL DISPERSA MEDIANTE ENERGÍAS RENOVABLES EN AMÉRICA LATINA  
UN PLANTEO ALTERNATIVO BASADO EN EL DESARROLLO RURAL

les han comenzado a tener una nueva dinámica. La experiencia sugiere que hay espacio para nuevos modelos de desarrollo siempre que haya transferencia tecnológica adecuada; que las agencias donantes entiendan la dinámica del desarrollo socioeconómico, respeten las distintas elecciones locales de pequeñas comunidades rurales y den ayuda financiera genuina; que se genere el marco regulatorio adecuado y que se incentive la participación activa tanto de la comunidad involucrada como de las empresas privadas locales, las cuales —a su vez— generarían trabajo para la creación de recursos, limitados; pero genuinos, autodeterminados y dignos.

### INTRODUCCIÓN

Dos tercios de la población rural del tercer mundo se dedica a la agricultura, y al menos un tercio de ellos se dedica a la agricultura de subsistencia de pequeña escala, con limitadas oportunidades de sobreponerse a la pobreza a través del desarrollo en esa actividad. Alrededor del 40% de la población rural pobre de América Latina está fuera o tiene oportunidades muy limitadas de acceder a medios de producción que le permitan generar ingresos adecuados a partir de actividades agrícolas. Esta situación es aún más difícil si se tiene en cuenta que el número de pobres sin acceso a recursos agrícolas crecerá mucho más rápido respecto de los que sí acceden a ellos.

Debe tenerse en cuenta que la pobreza rural es más onerosa que la pobreza urbana, sus costos indirectos son más elevados. Por un lado, no solamente es más probable que sea extrema sino mucho más difícil de revertir. Por el otro, este sector no ve los beneficios del crecimiento económico agregado en términos macroeconómicos de los países. Esto se puede ver en el caso de Chile. Mientras este país creció, durante los '90 a una tasa anual del 7%, con una tasa del 5% para el sector agrícola, el número de habitantes rurales en extrema pobreza no ha disminuido.

---

**MODELOS DE ELECTRIFICACIÓN RURAL DISPERSA MEDIANTE ENERGÍAS RENOVABLES EN AMÉRICA LATINA  
UN PLANTEO ALTERNATIVO BASADO EN EL DESARROLLO RURAL**

Una característica importante de la población rural pobre es su diversidad, desde el punto de vista de la fuente de sus ingresos como de sus limitaciones y oportunidades para sobreponerse a la pobreza. Es esencial mejorar las condiciones de la población rural para lograr el desarrollo de modelos productivos, generar nuevos ingresos y empleos a través de fuentes no agrícolas, y proveer calidad de vida de manera sostenible.

Hay una marcada tendencia a favorecer a los centros urbanos en la adjudicación de recursos, a expensas de la población rural pobre. Revertir esta tendencia histórica es un gran desafío ya que el poder político y el económico se concentran en las ciudades; mientras que la población rural es pobre, dispersa y mayormente desorganizada.

Luego de décadas de programas de electrificación rural con energías renovables e inversiones en áreas rurales de países del tercer mundo, se sabe relativamente poco de la capacidad de las renovables de proveer un servicio que eleve los ingresos de la población y, a la vez, otorgue beneficios sociales. Ciertamente, hay beneficios sociales en el suministro de iluminación, TV, radio mediante SHS, mini redes o biogás, y eventualmente algún beneficio económico debido al menor uso de candelas, queroseno, etcétera. Por ejemplo, el uso de biogás para cocinar (Nepal, China) y el de hornos mejorados reducen el consumo de leña y mejoran las condiciones de vida, porque se reduce el tiempo de recolección y se crean fuentes de trabajo. Además, el uso de iluminación de calidad hace que se pueda estudiar de noche.

Sin embargo, organismos multilaterales como el Banco Mundial, el GEF y agencias de cooperación bilateral como la GTZ de Alemania reconocen que en la mayoría de los lugares donde se han realizado acciones de electrificación rural sin otra acción orientada a la creación de infraestructura o capacidades productivas adicionales, no se ha observado un desarrollo económico acorde. No hay duda de que los SHS u otras tecnologías renovables para la electrificación rural mejoran la calidad de vida. Pero no se han realizado esfuerzos tendientes a cuantificar estos beneficios ni estudiado las condiciones de contorno necesarias para optimizar estos beneficios para la sociedad en su conjunto.

---

MODELOS DE ELECTRIFICACIÓN RURAL DISPERSA MEDIANTE ENERGÍAS RENOVABLES EN AMÉRICA LATINA  
UN PLANTEO ALTERNATIVO BASADO EN EL DESARROLLO RURAL

A partir de un análisis de los programas implementados durante los últimos años, se puede decir que:

- \* Beneficios sociales y calidad de vida, antes que generación de ingresos y beneficios económicos, han sido los motores de los procesos de electrificación rural, independientemente del éxito o no que éstos hayan tenido.
- \* El uso de energías renovables para usos productivos está aún en su primera etapa, y merece mucha más atención. Si bien las agencias de desarrollo, las organizaciones donantes y los gobiernos reconocen la importancia del tema, aún no se han encontrados las herramientas adecuadas que permitan su implementación.
- \* El beneficio económico de las renovables es más probable en áreas donde hay acciones hacia el desarrollo económico ya existente y la dimensión energética puede ser incorporada en actividades de desarrollo como agua, salud, educación, agricultura, etcétera.
- \* Los estudios que relacionen la generación de ingresos y beneficios económicos con la electrificación rural mediante energías renovables son muy limitados.

Se puede observar que:

- \* Históricamente, el acceso a los servicios eléctricos en los sectores rurales descentralizados ha sido apoyado a través de subsidios, programas de ayuda y rebaja de precios a sistemas pequeños para reducir la inversión inicial.
- \* Se han desarrollado nuevas estrategias para facilitar el acceso a la electrificación rural. Estas incluyen créditos para compra directa, microcréditos leasing y alquiler de equipos, pero estas ideas o no han sido probadas en su totalidad o tuvieron éxito limitado en su implementación.
- \* El riesgo crediticio es un problema percibido como serio por las entidades financieras y vendedores, lo que hace muy difícil la venta a través de créditos. La población ru-

MODELOS DE ELECTRIFICACIÓN RURAL DISPERSA MEDIANTE ENERGÍAS RENOVABLES EN AMÉRICA LATINA  
UN PLANTEO ALTERNATIVO BASADO EN EL DESARROLLO RURAL

ral dispersa, en general, no tiene ingresos estables verificables de manera convencional. Como consecuencia de esto los créditos son muy caros o inexistentes.

- \* Aun con créditos o leasing, los sectores más pobres, para poder acceder a la energización, necesitan de subsidios.

Para vencer el desafío de aliviar la pobreza llevando energías renovables a los países más pobres, se necesitará incrementar diez veces la cantidad de sistemas de energías renovables disponibles hoy (ver Tabla 1). También significa desarrollar toda la infraestructura de soporte. Esto parecería ser un objetivo desmedido, pero no nos debemos olvidar que en los '90 el uso de internet y telefonía móvil ha crecido —aunque, claro, está focalizado en el sector de mayores ingresos— a un ritmo aun mayor de lo aquí propuesto para energías renovables.

**TABLA 1: Satisfaciendo las necesidades de la gente**

Aplicación	Número de sistemas necesarios <sup>a</sup> (millones)	Número de personas asistidas <sup>b</sup> (millones)	Costo aproximado (US\$ billón)
Sistemas de energías renovables conectados a red a nivel local y nacional <sup>c</sup>	0.03-0.05	400-650	80-130
Electrificación de viviendas dispersas	100-200	500-1000	65-130
Calor	70-120	350-600	2-4
Bombeo de agua	1-2	100-200	4-8
Centros de salud, escuelas y centros comunitarios	0.5-1.0	300-600	7-14
Total	-250	2000 <sup>b</sup>	200-250

<sup>a</sup>Esto es en adición a los sistemas existentes.

<sup>b</sup>Habría alguna superposición en la provisión.

Por ejemplo, en algunos casos se necesitaría tanto iluminación como bombeo de agua.

<sup>c</sup>Se refiere a aplicaciones comerciales.

---

MODELOS DE ELECTRIFICACIÓN RURAL DISPERSA MEDIANTE ENERGÍAS RENOVABLES EN AMÉRICA LATINA  
UN PLANTEO ALTERNATIVO BASADO EN EL DESARROLLO RURAL

### El Problema

Tradicionalmente, los enfoques más populares en los programas de desarrollo rural son los que consideran por separado el proceso de electrificación y el modelo de desarrollo microeconómico cayendo así en el planteo de propuestas unas veces contradictorio o incompatible; y otras, simplemente, no estructurado en un plan con objetivos, metodología, desarrollo y sostenibilidad claros.

En este contexto es necesario diferenciar la necesidad de establecer modelos de desarrollos posibles y sostenibles para las poblaciones rurales dispersas de los países en vías de desarrollo que incluyan a la planificación energética y no planes de electrificación ajenos a un modelo general que los excede.

La sustentabilidad del uso de energías renovables a la población rural esta íntimamente ligada a responder dos preguntas fundamentales:

1. En qué medida la tecnología energética satisface las necesidades básicas de la población rural; contribuye a la expansión de sus opciones y oportunidades, y mantiene o mejora los recursos naturales que constituyen la base de su modo de vida.
2. El qué medida las tecnologías sustentables pueden proveer un servicio eficiente, confiable y accesible de energización en áreas rurales.

Las respuestas a estas preguntas requieren un análisis detallado con las múltiples dimensiones del problema.

### Dimensión Social

La *energización* debe integrar la columna vertebral de todo modelo de desarrollo comunitario. El uso de energía es básico e indispensable para la problemática del agua potable, ed

MODELOS DE ELECTRIFICACIÓN RURAL DISPERSA MEDIANTE ENERGÍAS RENOVABLES EN AMÉRICA LATINA  
UN PLANTEO ALTERNATIVO BASADO EN EL DESARROLLO RURAL

cación, salud, calidad de vida y producción. Los planes de desarrollo rural deben incluir a los de electrificación a la vez que deberían excederlos. Los servicios energéticos tienen una participación transversal en los aspectos productivos y no productivos de estas comunidades, y el modelo de desarrollo debe determinar el modelo de electrificación y no a la inversa.

El único enfoque que permite un verdadero desarrollo rural es aquel que incorpora la participación local desde la propia concepción del proyecto. De poco sirve desarrollar un programa de electrificación rural con una/s determinada/s tecnología/s y un determinado modelo económico y de gestión sin considerar a qué tipo de desarrollo y en que términos desea alcanzar el mismo la comunidad seleccionada. Sobran los ejemplos en lo que se han implementado programas de electrificación inconsultos que resultaron en fracaso.

Durante la década del '90 el pensamiento dominante (casi hegemónico) ha sido que las fuerzas de mercado resultarían suficientes por sí mismas para desarrollar las economías rurales dispersas con la sola participación de los estados y las instituciones multilaterales, en la etapa inicial, la cual necesitará de subsidios (algunas veces dirigidos a los usuarios; otras, a la tecnología o al modelo de gestión). Hoy, muchos años después, podemos decir que ese paradigma no es sostenible. El desarrollo rural es una obligación indelegable de los estados nacionales que con el apoyo o no de las instituciones multilaterales deben responsabilizarse por conducir de manera sostenida el desarrollo de los sectores rurales postergados, redistribuyendo el ingreso entre los sectores urbanos y los sectores rurales.

En los países pobres o no industrializados, estos programas se han basado alternativamente según una evolución histórica en aspectos técnicos, tecnológicos, económicos o de servicio. Por distintos motivos, todos estos enfoques han resultado en programas no sostenibles, salvo en honrosas excepciones difícilmente replicables.

Un programa exitoso debe estar basado en los valores, deseos y necesidades de la población que hará uso de la tecnología, y debe estar guiado por la demanda de servicio (ilumi-

---

MODELOS DE ELECTRIFICACIÓN RURAL DISPERSA MEDIANTE ENERGÍAS RENOVABLES EN AMÉRICA LATINA  
UN PLANTEO ALTERNATIVO BASADO EN EL DESARROLLO RURAL

nación, bombeo de agua, etc.) y no solamente enfocado en la provisión de servicios eléctricos. El aporte de la población local es vital para asegurar la conveniencia de los sistemas propuestos. Los sistemas con tecnologías renovables no pueden ser simplemente dejados en el lugar de instalación. Sin una minuciosa investigación de las necesidades, preferencias y características de la población rural, los sistemas pueden ser erróneamente especificados y caer en desuso. Al final, será la población local la que va a usar, mantener, cuidar y, eventualmente, enorgullecerse por los sistemas; y como tal, deben participar de todas las etapas del proyecto, comenzando con la definición de los conceptos básicos de desarrollo. Es necesario desarrollar una amplia gama de proyectos con metas claras, que tengan como objeto las necesidades y situaciones de numerosas comunidades diferentes.

### **Dimensión Institucional**

Parte del problema para encontrar modelos apropiados estriba en que el desarrollo sostenible de las comunidades rurales dispersas es un tema transversal a la administración pública nacional e implica la participación de una cantidad diversa de actores de distintos sectores. Es habitual encontrar modelos que fueron concebidos sin considerar la estructura local del sector energético (en su mayoría mercados liberalizados); y como consecuencia, estos programas colapsan por la falta de entendimiento entre los distintos actores, ya que esta situación no deja una estructura sólida que los sostenga. La falta de estructura institucional adecuada conspira contra la sostenibilidad, y es resultado muchas veces del exceso de voluntarismo de los gestores que desconocen el funcionamiento de uno o más sectores involucrados en la gestión. Tradicionalmente, los programas que impulsan el uso de energías renovables en mercados eléctricos son impulsados por personas ajenas al sector energético, quienes con las mejores intenciones pretenden desarrollar sectores postergados con tecnologías limpias, pero sin tener en cuenta el contexto general de uno o más de los sectores involucrados (generalmente el sector eléctrico tiene su propia dinámica endógena).

---

## MODELOS DE ELECTRIFICACIÓN RURAL DISPERSA MEDIANTE ENERGÍAS RENOVABLES EN AMÉRICA LATINA UN PLANTEO ALTERNATIVO BASADO EN EL DESARROLLO RURAL

### Dimensión Tecnológica

Entre 1993 y 2000, el crecimiento promedio de la industria fotovoltaica (mercado internacional) fue de 24,5% por año. Si esta tasa se sostiene, la capacidad fotovoltaica instalada para el año 2012 será de 17GWp. Recientemente, el mercado ha ido creciendo a ritmo aún más alto, llegando a un aumento del 35%. A esta velocidad, para el año 2012, se debería tener unos 39GWp. Pero estas sorprendentes tasas de crecimiento se emplean en todo el conjunto de la industria fotovoltaica, incluyendo aplicaciones tales como techos fotovoltaicos conectados a la red eléctrica en países desarrollados. La tasa de crecimiento del sector rural disperso, no conectado a la red, se ubica un poco por debajo de la tasa de crecimiento anterior, es decir, en un 20% anual. Para poder lograr el objetivo de 4.5GWp instalados para el año 2012, el sector rural disperso debe crecer a una tasa del 34%.

Las usinas hidroeléctricas de pequeña escala serán la opción más conveniente en regiones donde hay abundante recurso hídrico, con la demanda situada cerca del recurso. La tecnología de estas pequeñas usinas es bien madura, y por consiguiente su tasa de crecimiento no será tan alta como la fotovoltaica.

Las oportunidades para la tecnología eólica en aplicaciones al sector rural disperso son sustanciales. Construir la infraestructura que se requiere durante la presente década está dentro de las posibilidades de la industria, siempre que haya el suficiente apoyo político y financiero. Los sistemas eólicos residenciales (para cargar baterías) son más económicos que los sistemas fotovoltaicos, en áreas con alta velocidad promedio del viento.

De aquí se desprende que la tecnología a utilizar para el desarrollo de las PRD no debe ser un tema central. Muchas veces, como el resultado del lobby de los proveedores o de cierto fanatismo tecnológico de los actores involucrados la tecnología acaba por ocupar un lugar central que no le corresponde.

---

MODELOS DE ELECTRIFICACIÓN RURAL DISPERSA MEDIANTE ENERGÍAS RENOVABLES EN AMÉRICA LATINA  
UN PLANTEO ALTERNATIVO BASADO EN EL DESARROLLO RURAL

Sin embargo, es de vital importancia para el éxito de los proyectos de energías renovables que los sistemas sean correctamente diseñados e instalados, que usen componentes de buena calidad, y tengan un mantenimiento y servicio continuos y adecuados. Esto significa implementar programas de capacitación para aquellos que van a instalar, mantener y usar los sistemas.

Es muy frecuente que el capital inicial disponible para equipamiento sea reducido al máximo usando componentes que no se ajustan al diseño original o son de baja calidad. Esto resulta en sistemas con vida útil más corta que lo originalmente calculado, y así, con costos globales mayores, ha minado la confianza de los usuarios, en el pasado.

Sin la infraestructura local que se ocupe del mantenimiento y servicio de posventa, los sistemas podrían caer en desuso; por esto, algún grado de participación local es necesario.

Además, el apoyo de la industria local es necesario para reducir costos y depender menos en la importación de equipos, la cual está sujeta a fluctuaciones del tipo de cambio y a políticas de importación. No sólo se debe usar la industria local sino también las redes existentes de distribución, comercialización y servicios financieros.

### **Dimensión Económica y Financiera**

El costo total para proveer electricidad mediante energías renovables a dos billones de personas se estima entre US\$200 y US\$250 billones, suma inmensa hasta que se la compara con la alternativa mediante combustibles fósiles.

La Agencia Internacional de Energía (IEA) estima<sup>1</sup> que US\$850 billones deberán ser invertidos en generación eléctrica mediante fuentes convencionales de energía durante las dos décadas que vienen, sólo para satisfacer la meta conocida como «business as usual», es de-

---

*1 - IEA, «World Energy Outlook 2000», París.*

MODELOS DE ELECTRIFICACIÓN RURAL DISPERSA MEDIANTE ENERGÍAS RENOVABLES EN AMÉRICA LATINA  
UN PLANTEO ALTERNATIVO BASADO EN EL DESARROLLO RURAL

cir, para que todo siga como hasta ahora. O sea, que a esta cifra se le deben agregar los US\$480 billones que las personas de bajos recursos deberán gastar en fuentes de energías no sustentables e insatisfactorias, como ser querosén y velas, durante el mismo lapso de tiempo, si no tienen acceso a fuentes renovables de energía.

Ayudar al crecimiento de las renovables quiere decir poner dinero a disposición para estimular el mercado de estas tecnologías. Esto involucra:

- \* Proveer créditos al consumidor final, a través de distribuidores o bancos locales, para estimular la demanda.
- \* Proveer créditos a comerciantes, de manera tal que puedan construir redes de comercialización.
- \* Proveer fondos semilla a bancos para ayudar a eliminar la barrera de la percepción del riesgo asociada a toda nueva tecnología.
- \* Proveer subsidios y ayuda técnica para iniciar las necesarias campañas de capacitación y educación.

Las instituciones de microfinanciamiento y programas, que proveen servicios financieros a la población rural de bajos ingresos, no se interesan por incluir SHS dado que los requerimientos de financiación de éstos no satisfacen sus parámetros. Esto se debe al tamaño requerido para el crédito y a la falta de capacidad de ahorro de la población involucrada; debido a que en general los sistemas de electrificación con SHS no contemplan la generación de ingresos, las frecuencias de pago están fijadas por condiciones exógenas a instituciones financieras, y porque éstas, en general, están orientadas a ayudar a la mujer o a créditos de corto plazo.

Estudios de mercado realizados en África y Asia han demostrado que, en muchos países de estas regiones, alrededor del 5% de la población rural puede pagar un sistema solar fotovoltaico doméstico. Un 20-25% puede afrontar este gasto si créditos a corto y media-

---

MODELOS DE ELECTRIFICACIÓN RURAL DISPERSA MEDIANTE ENERGÍAS RENOVABLES EN AMERICA LATINA  
UN PLANTEO ALTERNATIVO BASADO EN EL DESARROLLO RURAL

no plazo estuvieran disponibles, y un 25% puede hacerlo si hubiera créditos a largo plazo o leasing. Las otras tecnologías renovables son, generalmente, más baratas que la fotovoltaica siempre y cuando haya recursos adecuados (vientos, biomasa o recurso hídrico), Así, éstas serán aún más accesibles que la fotovoltaica bajo las mismas condiciones de crédito.

Los habitantes de países en vías de desarrollo gastan típicamente entre US\$3 y US\$20 por mes en querosén, velas u otros productos que satisfacen sus necesidades energéticas. Esto representa un gasto extremadamente alto de energía, tanto para la población como para el medio ambiente, dada la baja calidad del servicio recibido. Con una financiación adecuada, un sistema solar doméstico puede estar disponible por US\$10 por mes, permitiendo que la población pueda pagarlos a lo largo de varios años, o usarlos en base al modelo «*fee for service*».

En muchas situaciones, los proyectos de tecnologías renovables pueden ejecutarse a costo incremental nulo o, aún más, ahorrando recursos, mediante la transferencia de subsidios desde los combustibles fósiles tradicionales hacia tecnologías renovables.

Muchos bancos locales se han mostrado reacios a proveer créditos por pequeñas sumas de dinero a la población rural, o lo hacen a muy altas tasas de interés, debido a la magnitud de los costos de transacción, y a la percepción de alto riesgo de no-pago.

Cuando se estudia cuál o cuáles tecnologías utilizar para el desarrollo de las PRD se debe hacer un análisis que exceda al precio de mercado del Kwh. de una u otra opción disponible. Para esto deben considerarse como elementos de formación de precios al surgido de los costos de generación directos sumados a las externalidades y los costos hundidos que pudiera tener cada una de las opciones consideradas. Los diferenciales de precios necesarios para compensar externalidades o costos hundidos nunca deberán ser tenidos en cuenta

---

**MODELOS DE ELECTRIFICACIÓN RURAL DISPERSA MEDIANTE ENERGÍAS RENOVABLES EN AMÉRICA LATINA  
UN PLANTEO ALTERNATIVO BASADO EN EL DESARROLLO RURAL**

para establecer el cuadro tarifario al usuario rural sino que deberán ser subsidiados por los mecanismos como el del protocolo de Kyoto (UNFCCC), entre otros.

### **Dimensión Política**

Es importante aprender de las lecciones y errores del pasado. Si bien millones de sistemas de generación eléctrica con tecnologías renovables están funcionando satisfactoriamente alrededor del mundo, los países más pobres en vías de desarrollo han sido inundados de fracasos, en los cuales los sistemas han sido especificados erróneamente, usados incorrectamente o mal mantenidos. A pesar de las diferentes situaciones en las que las tecnologías renovables tienen una contribución positiva que aportar, la situación descrita anteriormente presenta una barrera que hay que superar. Décadas de experiencia muestran que para que un proyecto sea exitoso es necesario satisfacer las necesidades reales de la población de manera confiable, accesible y económicamente sostenible.

Hay factores claves a considerar.

### **Subsidios**

Los programas de subsidios bien diseñados —particularmente, los así llamados ‘subsidios inteligentes’— son temporarios, administrados racionalmente y basados en cumplimiento de metas específicas, deben jugar un papel preponderante en los mercados de países en vías de desarrollo. Los ejemplos recogidos en los últimos 20 años en el uso de subsidios para introducir tecnologías renovables, particularmente la fotovoltaica, muestran claramente cómo deben ser usados de manera eficiente. En los países donde ya hay un mercado emergente para la tecnología renovable, se debe tener un cuidado especial para que los subsidios no distorsionen el mercado.

---

MODELOS DE ELECTRIFICACIÓN RURAL DISPERSA MEDIANTE ENERGÍAS RENOVABLES EN AMÉRICA LATINA  
UN PLANTEO ALTERNATIVO BASADO EN EL DESARROLLO RURAL

Algunos de los aspectos que los organismos multilaterales de financiación han tomado como las lecciones aprendidas de las experiencias de los últimos veinte años sobre el tema subsidios son:

- \* Los subsidios en sí mismos no conducen a mercados sustentables a menos que explícitamente creen las condiciones para cuando no sean necesarios.
- \* Los subsidios pueden perjudicar las inversiones privadas y oportunidades de negocios en nuevos mercados y deben ser aplicadas con cuidado.
- \* Los subsidios pueden ser usados efectivamente para construir un volumen de mercado inicial, crear capacidades técnicas locales, crear conocimiento en los usuarios, promover la adaptación de la tecnología, estándares de calidad y desarrollo de comercio local.
- \* Los subsidios son más efectivos cuando están vinculados a la performance operativa de los proyectos, no a la inversión.
- \* Los sectores más pobres requieren de subsidios continuos.

Los subsidios deben ser claramente analizados, especialmente, el objeto a ser subsidiado. Partimos de la premisa de que es una obligación de los gobiernos locales desarrollar las áreas más pobres y deprimidas.

Es entonces su responsabilidad subsidiar de manera equitativa el desarrollo de las sociedades rurales descentralizadas y pobres. Sin embargo, es responsabilidad de los organismos multilaterales o de los países industrializados posibilitar el acceso —a través de subsidios— al desarrollo sostenible. Esto se reducirá, en la práctica, a que el gobierno local otorgue subsidios al usuario rural para posibilitar su acceso al servicio eléctrico; mientras que los organismos internacionales deberán subsidiar el acceso a tecnologías limpias y sostenibles y modelos de gestión adecuados.

---

MODELOS DE ELECTRIFICACIÓN RURAL DISPERSA MEDIANTE ENERGÍAS RENOVABLES EN AMÉRICA LATINA  
UN PLANTEO ALTERNATIVO BASADO EN EL DESARROLLO RURAL

Los criterios de asignación de recursos a través de estos subsidios y los mecanismos de implementación, deben considerar las necesidades y metas de desarrollo locales de manera genuina y equitativa, evitando el intento de trasladar modelos o paradigmas exógenos a las necesidades de las comunidades rurales.

#### **Incertidumbre en la extensión de redes eléctricas**

Muchas familias rurales ven a la electrificación mediante tecnologías renovables como de segunda clase, y transitoria. En Sudáfrica, por ejemplo, familias que podrían haberse beneficiado con un servicio inmediato mediante tecnologías renovables han preferido esperar por una eventual extensión de red, que es fuertemente subsidiada. Algunas veces, se introduce el concepto de 'pre-electrificación' mediante sistemas fotovoltaicos, entendiendo que éstos serán instalados hasta tanto llegue hasta el lugar una eventual extensión de la red que muchas veces nunca sucede. La incertidumbre que genera este modelo conspira contra el desarrollo local de la comunidad (microinversiones en *stand by* hasta tanto llegue la red).

#### **Riesgos**

También es importante que los gobiernos aseguren a los inversores que las políticas de gobierno en esta área no serán cambiadas de un día a otro; que serán provistos de ayuda y acceso a capacitación para ingenieros instaladores y de mantenimiento, y que los derechos y las condiciones de provisión de servicios serán respetados.

#### DESCRIPCIONES DE CASO

Se presentan a continuación cuatro casos que se consideran significativos para ejemplificar aciertos y errores en este tipo de programas hasta el presente.

Estos son los escogidos:

---

MODELOS DE ELECTRIFICACIÓN RURAL DISPERSA MEDIANTE ENERGÍAS RENOVABLES EN AMÉRICA LATINA  
UN PLANTEO ALTERNATIVO BASADO EN EL DESARROLLO RURAL

1.- MÉJICO. ENERGÍA RENOVABLE PARA LA AGRICULTURA FIDEICOMISO (FIRCO)

**Objetivos**

Los objetivos del Proyecto de Energía Renovable para la Agricultura consisten en eliminar las barreras que han impedido el uso generalizado de energía renovable y reducir los costos de implementación para impulsar el desarrollo de las aplicaciones productivas en el Sector Agropecuario.

**Descripción**

El Proyecto es implementado y operado por el FIRCO, organismo designado por la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural (SAGAR) como Agente Técnico y Operativo. La Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP), autoridad financiera nacional, designó a Nacional Financiera, S.N.C. (NAFIN) como Agente Financiero para este proyecto.

Las líneas principales propuestas por FIRCO fueron las siguientes:

- 1.- Instalación de sistemas de energía renovable, de carácter demostrativo, en Módulos Productivos, con la cooperación de productores líderes.
- 2.- Promover la asistencia técnica intensiva para el éxito de proyectos productivos agropecuarios, incluyendo el uso de sistemas con renovables.
- 3.- Capacitación de técnicos en energías renovables y otros temas.
- 4.- Promoción directa ante productores agropecuarios.
- 5.- Establecer un mayor conocimiento del mercado para propiciar su expansión.
- 6.- Establecimiento de especificaciones para el diseño e instalación de este tipo de sistemas de energía.
- 7.- Estudios de desarrollo tecnológico para nuevas aplicaciones de la energía renovable (tanque lechero, cuarto frío, secadoras, etc.).

---

MODELOS DE ELECTRIFICACIÓN RURAL DISPERSA MEDIANTE ENERGÍAS RENOVABLES EN AMÉRICA LATINA  
UN PLANTEO ALTERNATIVO BASADO EN EL DESARROLLO RURAL

- 8.- Certificación de técnicos y empresas participantes en el proyecto.
- 9.- Establecer mecanismos de financiamiento a proveedores, a fin de fortalecer su capacidad de venta para expandir el mercado.

La administración del proyecto se sustenta en la participación coordinada de los siguientes: el Banco Mundial como supervisor del Proyecto de Energía Renovable para la Agricultura, Nacional Financiera en su carácter de Agente Financiero, y el FIRCO como agente técnico y operativo del proyecto y de los componentes de la Alianza para el Campo involucrados, así como del Sistema de Monitoreo y del Sistema de Evaluación.

La Unidad de Coordinación del Proyecto (UCP) está integrada por FIRCO Oficinas Centrales (FIRCO-OC), la cual coordina su adecuada operación. El costo del Proyecto es de US\$31.29 Millones, con la distribución siguiente (en millones de US\$): Alianza para el Campo 13,69; GEF 8,9; Productores 6,89; FIRCO 1,8. Total proyecto US\$ 31,29 millones

El monto de US\$13.69 millones se refiere a los recursos de contrapartida de la Alianza para el Campo al contar el productor con los apoyos económicos de alguno de los programas del PAC donde FIRCO es Agente Técnico.

El monto de US\$ 6,89 millones es el aporte de los productores en dinero, materiales o mano de obra, como contraparte de la Alianza para el Campo.

Respecto a los US\$ 1,8 millones del FIRCO, corresponden a los gastos asociados con el personal de Gerencias Estatales y Oficinas Centrales participantes en la operación, seguimiento, monitoreo y evaluación del proyecto. Estos recursos no afectan partidas presupuestales que se consideren ampliaciones líquidas que necesiten ratificarse por el H. Congreso de la Unión.

---

MODELOS DE ELECTRIFICACIÓN RURAL DISPERSA MEDIANTE ENERGÍAS RENOVABLES EN AMÉRICA LATINA  
UN PLANTEO ALTERNATIVO BASADO EN EL DESARROLLO RURAL

El proyecto inició en octubre del 2000 y concluirá en diciembre del 2004; esto es un período de ejecución de cuatro años. Aunque actualmente se está tramitando una extensión de dos años más

### **Población Objeto**

Los pequeños productores rurales descentralizados de catorce estados del país. La consigna es buscar emprendimientos productivos sostenibles.

### **Impacto en el desarrollo local y lecciones aprendidas**

Este programa es un paso en la dirección correcta, identificar aplicaciones productivas de las energías renovables sin restringirse a las convencionales o a una determinada tecnología. La secuencia en la toma de decisiones es acertada: se define la meta con participación de los pequeños productores y luego se determina la aplicación productiva, y sólo posteriormente la tecnología más adecuada a utilizar. Se mejora la productividad y se genera trabajo local de mayor valor agregado (la cuantificación de estos indicadores es aún un trabajo pendiente).

### 2 - BRASIL. PROGRAMA DE DESARROLLO ENERGÉTICO DE ESTADOS Y MUNICIPIOS (PRODEEM)

### **Objetivos**

El PRODEEM fue concebido por el Departamento Nacional de Desarrollo Energético del MME, en 1994, con los siguientes subprogramas:

Desarrollo Social: instalación de microsistemas de producción y uso de energía en comunidades carentes y no atendidas por la red eléctrica, apoyando, de forma sistemática y per-

---

**MODELOS DE ELECTRIFICACIÓN RURAL DISPERSA MEDIANTE ENERGÍAS RENOVABLES EN AMÉRICA LATINA  
UN PLANTEO ALTERNATIVO BASADO EN EL DESARROLLO RURAL**

manente, la atención de las demandas sociales básicas: agua potable, producción de alimentos, educación, salud, saneamiento básico, telefonía de emergencia, información, centro comunitario y otras.

**Desarrollo Económico:** aprovechamiento de las fuentes de energía renovables descentralizadas para el abastecimiento de pequeños núcleos de colonización y poblaciones aisladas, favoreciendo la elevación de la renta, la generación de nuevos empleos y la agregación de valor al producto rural. **Complementación de la Oferta de Energía:** producción complementaria de energía vía fuentes renovables descentralizadas, destinada a todos los consumidores.

**Base Tecnológica e Industrial:** promover el desarrollo de tecnologías y de producción de sistemas no convencionales de energía y la correspondiente capacitación de recursos humanos para su instalación, operación y manutención. Las tecnologías abarcadas por el programa incluyen la utilización de paneles fotovoltaicos, aerogeneradores y catavientos, pequeñas centrales hidroeléctricas, combustibles derivados de la biomasa (alcohol, aceites vegetales, residuos de la vegetación y agrícolas), biodigestores y otros.

### **Descripción**

#### **Población Objeto**

Para la fase V: electrificación de más de 2.000 escuelas rurales de los estados de Alagoas, Paraíba, Sergipe, Río Grande do Norte, Piauí, Ceará, Espírito Santo, Goiás, Minas Gerais, Paraná y Bahía.

#### **Impacto en el desarrollo local y lecciones aprendidas**

Este programa ha experimentado varios inconvenientes en sus cuatro primeras fases, en gran parte, debido a la contratación por separado de la instalación del mantenimiento y del suministro. En la fase V, se decidió cambiar la metodología de licitación. A diferencia de las

---

MODELOS DE ELECTRIFICACIÓN RURAL DISPERSA MEDIANTE ENERGÍAS RENOVABLES EN AMÉRICA LATINA  
UN PLANTEO ALTERNATIVO BASADO EN EL DESARROLLO RURAL

etapas anteriores, se llamó a concurso internacional por el suministro llave en mano, garantizando el primer año de funcionamiento en cuatro de los seis renglones separados (los renglones 5 y 6 sólo fueron suministros de módulos fotovoltaicos). Esto facilitó al CEPEL no sólo la obtención de mejores precios globales sino la posibilidad de tener una garantía global y un solo interlocutor para cada conjunto de obras. Cuatro de los seis renglones fueron adjudicados a una misma empresa que debió capacitar a cuarenta cuadrillas de locales pertenecientes a más de diez pymes locales que fueron capaces de instalar, ensayar, poner en funcionamiento y certificar creando nuevos parámetros locales de calidad 1852 sistemas fotovoltaicos de 720 Wp en escuelas rurales (con una potencia instalada total de 1,33 MW pico) en menos de 10 meses.

Cuando el emprendimiento productivo no está *directamente* relacionado con lo económico —como en el caso de las escuelas rurales— es importante desarrollar programas cuyos ejes no se agoten en conseguir el financiamiento de la inversión inicial sin tener asegurados la operación y el mantenimiento de los sistemas y la correcta introducción de la tecnología en las comunidades; y, sobre todo, tener claro el objetivo que requirió a la energía como herramienta más allá de la iluminación y la provisión de agua.

### Conclusiones

Dar energía mediante tecnologías renovables a los 2 billones de personas sin energía eléctrica que viven en los países más pobres debe ser una prioridad global. Si se desea desarrollar económicamente a las sociedades más pobres y al mismo tiempo detener el proceso de calentamiento global de la atmósfera, se deben modificar las políticas existentes que usan combustibles fósiles como vectores del desarrollo, aumentando la dependencia global en ellos. Esto no quiere decir que se les deba negar el uso de estos recursos a países en vías de desarrollo, sobre todo en aquellas situaciones en las que satisfacer la necesidad de energía de la población más pobre con energías renovables presente extrema dificultad.

Para lograr el objetivo de desarrollar económicamente de manera sustentable las regiones más deprimidas, es necesario repensar y analizar los siguientes aspectos:

MODELOS DE ELECTRIFICACIÓN RURAL DISPERSA MEDIANTE ENERGÍAS RENOVABLES EN AMÉRICA LATINA  
UN PLANTEO ALTERNATIVO BASADO EN EL DESARROLLO RURAL

- \* Los estados nacionales deben asumir su obligación de desarrollar el sector rural disperso a partir de principios de redistribución y equidad, y no como programas fragmentados de asistencialismo.
- \* El desarrollo rural debe hacerse de manera integral, incorporar a electrificación como parte esencial del mismo. Esto implica un enfoque sistémico.
- \* Generar con los programas de electrificación rural dispersa, la formación de microempresas de servicios; estimular sus usos productivos no tradicionales y crear fuentes de trabajo localmente en cada una de las comunidades.
- \* Evitar que las prioridades locales se fijen en función de una u otra tecnología disponible coyunturalmente.
- \* Los organismos multilaterales necesitan generar planes que respeten la diversidad cultural y los diferentes modelos productivos sin la rigidez estructural que tradicionalmente han mostrado. Si bien es cierto que en el plano discursivo este concepto es aceptado por sus autoridades, hasta el momento no se ha logrado traducir en proyectos exitosos en cuanto a resultados y a la participación de los beneficiados.

3 - INDIA. SISTEMAS MICROHÍDRICOS DE BAJO COSTO PARA EL DESARROLLO RURAL

**Objetivos**

El objetivo de este proyecto fue desarrollar sistemas impulsados por agua, que satisfagan necesidades técnicas y económicas de la población rural que contase con molinos. La tecnología a usar debía tener costos accesibles y ser aceptada por la comunidad local.

Los aspectos más salientes que fundamentan la sustentabilidad del proyecto son:

1. Simplicidad técnica del diseño (evitando sistemas inapropiadamente complejos).
2. Enfoque en actividades que generen ingresos (y no electricidad).
3. Desarrollar capacidades para solucionar problemas locales.
4. Financiación adecuada para asegurar la sustentabilidad económica.

---

MODELOS DE ELECTRIFICACIÓN RURAL DISPERSA MEDIANTE ENERGÍAS RENOVABLES EN AMÉRICA LATINA  
UN PLANTEO ALTERNATIVO BASADO EN EL DESARROLLO RURAL

### Descripción

Molinos de madera traccionados mediante agua han sido usados en el Himalaya durante siglos. Esta tecnología tradicional es producida y mantenida por artesanos locales, usando materiales autóctonos; pero éstos se tornaron en máquinas extremadamente simples e ineficientes, y cayeron en desuso. Los molinos traccionados a diesel han reducido su mercado y sus propietarios han bajado a las planicies en busca de empleos que les generen más ingresos.

Basados en estos modelos tradicionales, se han desarrollado dos tipos de modelos:

- \* Una innovativa turbina de impulso de poca caída adecuada para sustituir la original rueda de madera. Este sistema desarrolla aproximadamente 1KW y aumenta la velocidad de molido del grano tres veces, lo cual posibilita a los molineros competir con propietarios de molinos a diesel.
- \* Una turbina simplificada de flujo cruzado, que genera 5KW con una caída de 8m, adecuada para traccionar una gran cantidad de maquinarias agrícolas (extracción de aceites, descascarado de arroz, etcétera).

Ambos modelos han sido concebidos como robustas máquinas agrícolas, y no como turbinas hidroeléctricas optimizadas. Además, estas turbinas pueden mover alternadores para la generación de electricidad. La tecnología fue desarrollada por ITPower en colaboración con Evans Engineering del Reino Unido, y transferidas a Gita Pumps en Saharanpur. Asociaciones de dueños de molinos de agua han sido formadas en Nepal e Himalaya. Estas asociaciones proveen de mano de obra, gestión y selección de sitios donde el *upgrade* tecnológico es posible.

### Población Objeto

Este proyecto fue ideado para renovar tecnológicamente los molinos tradicionales de agua y para que sus propietarios puedan hacer negocios (molienda de granos) competitivos fren-

---

MODELOS DE ELECTRIFICACIÓN RURAL DISPERSA MEDIANTE ENERGÍAS RENOVABLES EN AMÉRICA LATINA  
UN PLANTEO ALTERNATIVO BASADO EN EL DESARROLLO RURAL

te a los que usan diesel. Se estima que hay 200.000 molinos de agua en la región del Himalaya; 25.000 en Nepal y una gran cantidad en Pakistán, China, Afganistán y Turquía, aunque en estos países no se han hecho estudios de mercado detallados.

### Impacto en el desarrollo local y lecciones aprendidas

La experiencia del Himalaya y Nepal ha demostrado que el uso dual de estas turbinas es la manera más competitiva de aprovecharlas. Se las usa para tracción mecánica durante el día, generando recursos económicos; y durante la noche, para generación eléctrica, lo cual posibilita el acceso de la población a iluminación nocturna.

El esquema financiero implementado se basa en la recuperación total de los costos de la tecnología. Los dueños de molinos toman préstamos de las asociaciones de molinos de agua y usan fondos provenientes de Winrock International.

El costo de las instalaciones en las experiencias pilotos ha sido de 500 euros por Kw. Y el período de retorno de la inversión fue menor a tres años.

### 4 – ZAIRE. PROGRAMA DE SALUD PÚBLICA

#### Objetivos

El objetivo de este proyecto fue proveer:

- \* Agua potable para cada casa, a una distancia no mayor a 15 minutos de caminata.
- \* Mejoras en el sistema sanitario.
- \* Centros de atención médica, incluyendo la disponibilidad de un mínimo de 20 drogas esenciales a una distancia no mayor a una hora de caminata.
- \* Enfermeras para el cuidado de embarazadas, asistencia a partos y cuidado de bebés hasta el primer año de vida.
- \* Vacunas para difteria, tétanos, paperas, polio, tuberculosis y tos convulsa.

---

MODELOS DE ELECTRIFICACIÓN RURAL DISPERSA MEDIANTE ENERGÍAS RENOVABLES EN AMÉRICA LATINA  
UN PLANTEO ALTERNATIVO BASADO EN EL DESARROLLO RURAL

### Descripción

Este proyecto consistió en la instalación de 850 sistemas solares, 100 refrigeradores y 750 SHS en 5 regiones de Zaire. Las instalaciones fueron realizadas entre 1986 y 1990. En promedio, la campaña de instalación duró 8 meses por región. El proyecto fue auspiciado por la Comisión Europea (DGXII), en dos regiones la instalación fue realizada por ONGs locales y EDF financió un programa de mantenimiento regional de 5 años.

La manutención de los sistemas corre por cuenta de las enfermeras, que han sido entrenadas y a las que se les ha dado un manual de mantenimiento. Estos son actualizados periódicamente, en un intercambio interactivo con el cuerpo de enfermeras que con sugerencias ayuda a su perfeccionamiento.

### Población Objeto

Los usuarios de los sistemas solares son los trabajadores del hospital, quienes previamente usaban kerosén o candelas.

### Impacto en el desarrollo local y lecciones aprendidas

Los beneficios de este proyecto tienen varios aspectos a considerar. Los servicios médicos de las clínicas donde los sistemas fotovoltaicos fueron instalados han mejorado, debido a la mejor calidad de los remedios y vacunas. Las áreas de atención médica tienen mejor iluminación, lo cual permite a los profesionales desarrollar su tarea de manera más efectiva. También ahora se pueden atender emergencias nocturnas.

En términos de beneficios sociales, el cuerpo de enfermeras ahora reside en las clínicas dado que cuentan con comodidades tales como radio o TV. Esto permite que estén disponibles las 24 horas.

MODELOS DE ELECTRIFICACIÓN RURAL DISPERSA MEDIANTE ENERGÍAS RENOVABLES EN AMÉRICA LATINA  
UN PLANTEO ALTERNATIVO BASADO EN EL DESARROLLO RURAL

En términos de generación de ingresos, las clínicas usan los sistemas fotovoltaicos para cargas de baterías, en ocasiones, para promover funciones de TV, cobrando la entrada. Los ingresos generados por estas actividades se usan para el mantenimiento de los sistemas y para la compra de medicinas o de nuevo equipamiento. Por otra parte, los sistemas mejor mantenidos son los que pertenecen a las clínicas que han desarrollado estas iniciativas.

En 1995, IT Power ha visitado las clínicas del sur de Zaire (la región Kivu). No todos los sistemas instalados se encuentran en funcionamiento. Se han encontrado fallas en los sistemas de iluminación y en baterías que no fueron reemplazadas. La gran mayoría de los sistemas instalados —especialmente en clínicas, que han realizado actividades para generar ingresos— funciona perfectamente.

BIBLIOGRAFÍA:

- Martinot, Eric; Akanksha, Chaurey; Lew, Debra; Moreira, José and Njeri Wamukonya. 2002. "Renewable Energy Markets in Developing Countries". *Annual Review of Energy and the Environment* 27 (submitted).
- Martinot, Eric; Ramankutty, Ramesh and Rittner, Frank. 2000. *The GEF Solar PV Portfolio: Emerging Experiences and Lessons*. GEF Monitoring and Evaluation Working Paper 2. Washington, DC.
- Álvarez, Marcelo; Fernández, Daniel; Fuentes, Manuel and Pedace, Roque —INforSE ARGENTINA (1998) — Future Scenarios for Photovoltaic and Wind Energies and the Rational Use of Energy in the Argentinean Republic: An Exercise of Backcasting. WREC98, Florence Italy.
- Álvarez, Marcelo; Pedace, Roque: "INforSE Argentina '97: Energías limpias y renovables, bases para el desarrollo sustentable. Una propuesta para la Republica Argentina" Presentado a la XX Reunión de trabajo de ASADES, octubre 1997.
- Álvarez, Marcelo - Estebanez, María Elina - Fernández, Daniel - Pedace, Roque: Evolución de tecnologías recientes de generación eléctrica en Argentina: procesos relevantes en la introducción, difusión y adopción de aerogeneradores y generadores fotovoltaicos. Actas Tomo III, 19ª Reunión de trabajo de ASADES, octubre 1996.
- Reiche, Kilian; Covarrubias, Alvaro and Martinot, Eric 2000. "Expanding Electricity Access to Remote Areas: Off-Grid Rural Electrification in Developing Countries". In *World Power 2000*, United Nations Environment Programme. 2000. *Natural Selection: Evolving Choices for Renewable Energy Technology and Policy*. Paris.

---

**MODELOS DE ELECTRIFICACIÓN RURAL DISPERSA MEDIANTE ENERGÍAS RENOVABLES EN AMERICA LATINA  
UN PLANTEO ALTERNATIVO BASADO EN EL DESARROLLO RURAL**

- Williams, Robert H.** 2001. "Addressing Challenges to Sustainable Development with Innovative Energy Technologies in a Competitive Electric Industry." *Energy for Sustainable Development* 5(2):48-73.
- Olesen, G - Brenstrup, S - Meyer, N: "Renewable Energy and Sustainable Development in a liberalized energy market".
- Cabraal, A; Mac Cosgrove, Davies and Schaeffer, L.** (1996): Best Practices for PV Household Electrification Programs, Technical Paper 324 World Bank.
- Bacon, R.W., and J. Besant-Jones.** 2001. "Global Electric Power Reform, Privatization and Liberalization of the Electric Power Industry in Developing Countries." *Annual Review of Energy and the Environment* 26:331-359.
- Birner, Sabrina and Martinot, Eric** 2002. *The GEF Energy-Efficient Product Portfolio: Emerging Experiences and Lessons.* GEF Monitoring and Evaluation Working Paper. Washington, DC.
- Kozloff, Keith.** 1998. "Electricity sector reform in developing countries: Implications for renewable energy". Renewable Energy Policy Project Research Report 2. Washington, DC.
- Montufar, Octavio, et al** 2002. "Introducing PV to new Markets through government development programs: the FIRCO example in Mexico".
- Eugênio Miguel Mancini Scheleder.** 1999. Programa de Desarrollo Energético de Estados y Municipios (PRODEEM) Departamento Nacional de Desarrollo Energético, Coordinación General de Sistemas Energéticos, Ministerio General de Sistemas Energéticos.
- Galdino Marco A. Lima Jorge H.G.** 2002. PRODEEM - The Brazilian Programme for Rural Electrification using photovoltaics.