
ENERGÍAS RENOVABLES Y CAMBIO CLIMÁTICO

7 proyectos demostrativos de un desarrollo sustentable



Konrad
Adenauer
Stiftung

ENERGÍAS RENOVABLES Y CAMBIO CLIMÁTICO

7 proyectos demostrativos de un desarrollo sustentable



Konrad
Adenauer
Stiftung

© Konrad Adenauer Stiftung e.V.
Av. Larco 109 2^{do} piso - Miraflores, Lima
Telf: (51-1) 447 4378
Email: kasperu@kas.de
Web: <http://www.kas.de/peru/es/>

© Pedro Gamio Aita
Dirección: Ramón Castilla 641 Lima 18
Teléfono: (51-1) 260 4929
Email: pedrogamioa@gmail.com

Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú N° 2014-12082

Impreso en el Perú
Primera edición, octubre 2014
1000 ejemplares

Cuidado de edición: Alfredo Acevedo Nestárez
Diseño: Ruperto Pérez Albela Stuart
Imprenta: Tarea Asociación Gráfica Educativa
Fotos: Javier Flórez Bossio, empresa social Microsol, Ingeniero Franco Canziani, empresa Waira, empresa Cobra, empresa Isolux Corsan y empresa Termoinox.

Prohibida la reproducción total o parcial de las características gráficas de este documento por cualquier medio sin permiso de los editores.

Índice

Prólogo	5
Introducción	7
Capítulo 1	11
Parque eólico en Marcona	
Capítulo 2	17
Las termas solares	
Capítulo 3	21
Parque solares	
Capítulo 4	29
Ladrilleras del Cusco	
Capítulo 5	41
El programa de las cocinas mejoradas	
Capítulo 6	59
La experiencia de producir biodiésel a partir de grasa animal y aceite usado	
Capítulo 7	67
Desarrollo de aerobombeo a pequeña escala	
Glosario de términos e instituciones	75
Bibliografía	77



Prólogo

La sociedad peruana enfrenta actualmente enormes desafíos ecológicos. Existe una necesidad real de reaccionar ante el cambio climático y la contaminación ambiental. Por esta razón, la Fundación Konrad Adenauer en el Perú viene realizando varios programas especializados en la temática medioambiental en los últimos años.

El Perú es un lugar ideal para iniciar proyectos de energía renovable, debido a su gran abundancia de recursos y fuentes de energía verde: como el sol, el agua, la energía geotérmica, la eólica o la biomasa. Explorar y desarrollar este potencial ayudará igualmente al país a satisfacer su creciente demanda de energía. Por otra parte, el Perú posee una riqueza natural única y diversa, necesaria para luchar contra el cambio climático y preservar la biodiversidad en todo el mundo.

La política energética alemana de los próximos años se asienta sobre un consenso multipartidista basado en un fuerte proceso de transición energética. Alemania tratará de adaptarse totalmente a las fuentes de energía renovables, reducir drásticamente los niveles de gases de efecto invernadero y mejorar la eficiencia energética de aquí a 2050. Este consenso incluye la determinación de eliminar totalmente la participación de la energía nuclear en el país de manera progresiva hasta 2022. Con el fin de completar con éxito esta tarea, Alemania precisa del apoyo de sus socios internacionales, en especial de América Latina, basándose en un intenso intercambio de ideas y una mejora del aprendizaje en todos los niveles.

En octubre de 2013, la Fundación Konrad Adenauer, la Asociación Empresarial para América Latina (LAV) y la empresa Pflüger Internationale Beratung GmbH

organizaron la Primera Conferencia Latinoamericano-Alemana de Jóvenes Empresarios en Lima. El enfoque de esta conferencia fue el intercambio sobre el futuro de la cooperación entre América Latina y Alemania en el sector energético. Debido al fuerte crecimiento económico de América Latina y la necesidad de adaptarse al cambio climático, los países latinoamericanos están enfrentando retos enormes. Se caracterizan por una gran necesidad de inversiones y transferencia de tecnología. Para Alemania y el Perú, esta situación ofrece numerosas oportunidades ante el trasfondo del cambio energético, dada la gran abundancia de recursos y fuentes de energía verde, así como el liderazgo global de muchas empresas alemanas en el área de energías fósiles y renovables.

Reinhard Willig

Representante de la Fundación Konrad Adenauer en el Perú



Introducción

Cuando tuve la oportunidad de servir a mi país como Viceministro de Energía, se pudo materializar, con un Decreto Legislativo, la primera ley promotora de las energías renovables en el Perú. El esfuerzo de muchas personas e instituciones, desde mucho antes, habían señalado el camino de la utilización de las tecnologías renovables en el Perú, como una forma eficiente de acceso a la energía del poblador rural y también una manera de lograr diversificar la matriz energética, coadyuvando al crecimiento y desarrollo sostenible del sector moderno de la economía, desacoplado del incremento de emisiones de gases de efecto invernadero.

El Estado peruano debe promover el desarrollo sostenible basado en la interacción y búsqueda del equilibrio entre la eficiencia económica, la equidad social y la conservación del ambiente. Se trata de mejorar la calidad de vida de las personas a partir de un manejo responsable y sostenible de los recursos naturales. La Constitución Política del Perú establece que la defensa de la persona humana y el respeto de su dignidad son el fin supremo de la sociedad y del Estado y que toda persona tiene derecho a la paz, a la tranquilidad, al disfrute del tiempo libre y al descanso, así como a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado para el desarrollo de su vida. En la vida diaria se encuentran evidencias a lo largo y ancho del Perú de una controvertida situación ambiental, que agudiza el cuadro de extrema pobreza y contaminación creada por la actividad humana, a lo que se suman los efectos del calentamiento global.

El Perú enfrenta un gran desafío. Una sociedad que busca el desarrollo debe entender su territorio, así como conocer los recursos físicos, naturales, culturales y sociales que lo componen. Dicha situación hace imperativa la alfabetización

ambiental y el planeamiento estratégico socioambiental en las actividades económicas. En el país falta pensar en el mediano y largo plazo, falta articular políticas públicas a favor de un ambiente sano y un desarrollo sostenible. La institucionalidad ambiental tiene una estrecha relación con el desarrollo sostenible y la superación de la pobreza. Si no generamos toma de conciencia y capacidad de gestión de los recursos, con criterios de sustentabilidad, el cambio climático puede tener un costo mucho más alto para el país. La mejor y mayor institucionalidad nos permite tener capacidad de respuesta para ejecutar una adecuada estrategia de mitigación y obviamente un plan de adaptación al cambio climático.

Se afronta la precariedad institucional del Estado y una gran informalidad en la economía, que es un problema que desborda nuestro análisis y que afecta la construcción de la institucionalidad ambiental. Además, todavía subsisten problemas en la asignación de competencias en los sectores y niveles de gobierno. Por ello, es imperativo fortalecer la capacidad institucional de la autoridad ambiental en el país, en el marco del proceso de descentralización y modernización del Estado, y promover la descentralización entendida como un proceso económico y técnico de construcción de capacidades locales y regionales, no solamente como la asignación de mayor presupuesto. Esto a su vez debe ir de la mano con el desarrollo de sistemas de monitoreo y evaluación de las políticas y normas ambientales. Paralelamente a estas acciones, se debe fortalecer mecanismos de participación ciudadana en toda la gestión ambiental del Estado para promover la competitividad, entendida como un proceso productivo más limpio y sostenible, tomando en consideración los criterios de huella ecológica en los negocios.

La finalidad de esta publicación es destacar proyectos específicos o buenas prácticas en el Perú. Estos evidencian la construcción de un camino hacia un crecimiento con baja emisión de carbono, preferentemente vinculados a las energías limpias y/o eficiencia energética.

Existen diferentes definiciones para las buenas prácticas. En nuestro caso se trata de proyectos o actividades que sean replicables o innovadoras, utilizando energías limpias y/o la eficiencia energética; que sean económicamente viables y sostenibles; que al margen de su tamaño, han demostrado un impacto positivo en la comunidad; y que promuevan la diversificación de la matriz energética, la reducción de la contaminación y la menor huella de carbono.

Adicionalmente, los proyectos pueden incentivar la participación e implicación de los miembros de la comunidad en la toma de decisiones, intercambio de recursos, planificación y/o la aplicación de la iniciativa, que aborden los problemas de exclusión social, la desigualdad, las diferencias étnicas y los derechos humanos, que son política y culturalmente apropiados, que promuevan la colaboración y asociación entre los diferentes sectores, y son proyectos que ya están en funcionamiento.

Este libro trata de la selección y difusión de siete buenas experiencias en energías renovables alternativas o eficiencia energética. Tienen lugar en un entorno y medio ambiente urbano o rural, demuestran un impacto positivo en el medio ambiente, contribuyen al logro de los objetivos de desarrollo del milenio, son sostenibles, promueven la participación de la comunidad, la democracia social, el buen gobierno y los derechos humanos.

Complementariamente, las buenas prácticas pueden enfatizar en temas como la inclusión social, la equidad de género y el multiculturalismo. Para su desarrollo, ellas cuentan con la voluntad política y/o el apoyo del gobierno local o de otros actores sociales claves o de ambos. Promueven la colaboración intersectorial y las alianzas estratégicas. Demuestran soluciones creativas e innovadoras a un problema de gestión de recursos y/o satisfacción de necesidades.

El primer proyecto es acerca de miles de cocinas mejoradas y el mecanismo de desarrollo limpio en la sierra peruana. Se presenta cómo se reduce la contaminación de CO₂ en las viviendas rurales andinas, a partir del empoderamiento de buenas prácticas, enseñando cómo lograr un uso más eficiente de la leña o bosta, que lleva a una mejor cocción de alimentos y el uso de una chimenea.

El segundo proyecto se trata de ladrilleras artesanales que migran, con una gradual conversión tecnológica a ser ecoeficientes. Luego, presentamos el proyecto del primer parque eólico peruano, instalado en la costa norte del país, que permite el suministro de energía limpia al sistema interconectado nacional.

El cuarto proyecto es el parque solar fotovoltaico del sur, instalado en la sierra sur del país. En seguida, revisamos la experiencia del transporte con biodiésel reciclado. El sexto proyecto es el uso de termas solares en Arequipa. Por último, presento el proyecto del sistema de bombeo de agua.

Esta publicación debe ser difundida en el país, creando conciencia sobre el cambio climático y la importancia de la participación de todos en el proceso de construcción de una economía de baja emisión en carbono.

Agradezco el valioso apoyo de Reinhard Willig, representante en el Perú de la Fundación Konrad Adenauer, de Microsol, del Ing. Jose Calle Maraví de la UNALM, de Alfonso de Sas de Isolux Corsan, de Abel Gutierrez de Termoinox y de Jon Bickel de Swiss Contact.

Pedro Gamio Aita



Parque eólico en Marcona

El mayor potencial eólico en el Perú se ubica a lo largo del litoral, donde es frecuente encontrar zonas que registren velocidades de viento mayores a 5 m/s, es decir, la velocidad mínima para considerar económicamente factible la generación eléctrica a partir de este recurso (Velásquez, 2007). Esto se debe a la fuerte influencia del anticiclón del Pacífico y de la Cordillera de los Andes, que generan vientos provenientes del suroeste en toda la región de la costa. De acuerdo al mapa eólico la potencia eólica aprovechable del Perú se estima en algo más de 22,000 MW, sin considerar zonas en el mar. Las zonas de mayor potencial se ubican desde Ica hasta Tacna, por el sur; y desde Ancash hasta Tumbes, por el norte. De modo más específico resaltan (Cenergía, 2004): Yasila, Paita y Talara (en Piura); Chiclayo (en Lambayeque); Malabrigo y Trujillo (en La Libertad); Chimbote y Pacasmayo (en Ancash); San Juan de Marcona, Laguna Grande y Paracas (en Ica); Punta Ático (en Arequipa); y El Ayro y Punta de Coles (en Moquegua).

Las primeras mediciones del potencial eólico con fines energéticos fueron realizadas por Electroperú, Corpac (para navegación aérea) y Senamhi. Esta última es la entidad oficial encargada de evaluar los registros de vientos a nivel nacional y que actualmente cuenta con un banco de datos de viento a escala nacional, que le permite realizar estudios de energía eólica en algunos puntos del país a través de su Dirección General de Investigación y Asuntos Ambientales. A continuación se presenta un recuento de los principales trabajos (Cenergía, 2004; CER UNI, 2005b) orientados a evaluar el potencial eólico a nivel nacional:

Atlas eólico preliminar de América Latina y el Caribe: Perú y Bolivia (vol. IV): preparado por OLADE en 1983. Se basó en mediciones realizadas en 48 estaciones distribuidas por todo el país.

Mapa de zonas con mejores posibilidades de explotación de aguas subterráneas mediante el uso de aerobombas: elaborado por el AFATER/INAF en la década del 80.

Mapa eólico (incluido en el Estudio Nacional de Evaluación de Aerobombas): preparado por ITINTEC para el Banco Mundial en 1987.

Atlas eólico preliminar: preparado por Electroperú en la década del 90.

Mapa de potencial disponible de energía eólica (incluido en el Atlas Minería y Energía en el Perú): editado por el MEM desde el año 1995. Se basa en valores de velocidad de viento de 32 estaciones de medición.

Mapa eólico preliminar (incluido en el documento interno Informe del Potencial Eólico del Perú): preparado por la DEP en 1998.

Mapa eólico preliminar del Perú: preparado por ADINELSA en el 2007. Se basa en registros de 153 puntos de Electroperú y la cooperación italiana de ICU en el periodo 1985 - 1986; y datos de Senamhi y Corpac del período 1985 - 1993.

Mapa eólico del Perú: elaborado para el MEM a través del Consorcio Metosim Truewind S.L. y Latin Bridge Bussiness S.A.

De manera más específica, diversas instituciones han realizado evaluaciones de vientos en varios lugares, destacando (Cenergía, 2004; Green Energy, 2005):

- Estudio meteorológico del departamento de Piura, realizado por ITINTEC en 1980.
- Estudio de vientos de Characato (Arequipa), realizado por ITINTEC en 1981.
- Estudio de vientos del departamento de Puno, realizado por la consultora alemana ITC a solicitud del Convenio GTZ-Corpuno entre 1982 y 1983.
- Estudio de vientos de Lurín y Villa en Lima, realizado por ITINTEC en 1984.

- Estudio de vientos en Apurímac y Junín, realizado por ITINTEC en 1984.
- Medición del viento en Yasila (Piura), realizada por Electroperú en 1994.
- Medición del viento en San Juan de Marcona (Ica), realizada por Electroperú en 1994, Adinelsa entre 1998 y 2005, y ABB-Alemania entre 2001 y 2002 (se registraron velocidades promedios de viento de 9 m/s).
- Medición de la velocidad del viento en Punta Malabrigo (La Libertad), realizada por la PUCP en 1995 y Adinelsa entre 1996 y 2005 (se registraron velocidades promedios de viento de 8 m/s).
- Medición del viento en Pacasmayo (La Libertad), realizada por KLT Consult-Alemania entre 2002 y 2003 (se registraron velocidades promedios de viento de 6,9 m/s).
- Medición del viento en Paita (Piura), realizada por KLT Consult-Alemania entre 2002 y 2003 (se registraron velocidades promedios de viento de 7,8 m/s).
- Medición del potencial eólico de Los Perros (Piura), realizada por la empresa ecuatoriana ProViento S.A. (se registraron velocidades promedios de viento de 7.4 m/s).

Según los mapas eólicos del Perú calculados a 50, 80 y 100 ms respectivamente, las zonas con mayor potencial para la generación eólica de gran capacidad están en la costa, específicamente en las regiones de Piura, Lambayeque e Ica, que registran mayores velocidades de viento promedio anual.

La energía eólica puede complementar a la hidráulica, pues es precisamente el periodo de estiaje el mejor momento de los vientos en la costa peruana, los mismos que tienen una vocación energética por su estabilidad y potencia. Como parte de la primera subasta de energías renovables alternativas, uno de los proyectos ganadores fue el Proyecto de Marcona, a continuación una breve descripción del mismo.

Descripción del proyecto

El proyecto consiste en dos parques eólicos, Parque Eólico Marcona, 32MW y Parque Eólico Tres Hermanas, 90MW, ubicados uno al lado del otro, en la provincia de Nazca, departamento de Ica, Perú. Cobra es la propietaria de ambos parques eólicos. Ambos parques eólicos venderán el 100% de su energía al sistema nacional eléctrico, Sistema Interconectado Nacional, bajo dos contratos para el suministro de energía eléctrica, de 20 años, con el Gobierno de Perú. El costo total del proyecto está estimado en US\$335 millones.

El Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería (Osinergmin) informó del inicio de las operaciones comerciales del parque eólico de Marcona, en el departamento de Ica, “primera central peruana que generará energía eléctrica a través del viento”, con una capacidad instalada de 32,1 MW. El parque consta de once aerogeneradores Siemens, ocho del modelo SWT-3.2-108 (de 3,2 MW y accionamiento directo) y tres del modelo SWT-2.3-108 (de 2,3 MW, con multiplicadora), todos con máquinas con un rotor de 108 metros de diámetro e instaladas sobre torres de ochenta metros. Las palas y las tres multiplicadoras fueron fabricadas en Estados Unidos.

La propietaria es la multinacional española Grupo Cobra, principal compañía del subholding industrial del también español Grupo ACS. La venta de energía se realiza al 100% al Sistema Interconectado Nacional, bajo una PPA, un contrato para el suministro de energía eléctrica, de 20 años, con el Gobierno de Perú. La empresa privada está moviendo 61,1 millones de dólares, para los cuales se recibió en agosto de 2013 un préstamo por 55 millones de dólares de la Corporación Andina de Fomento (CAF).

Tres proyectos en marcha

Según informó el Osinergmin, existen en marcha otros tres proyectos eólicos, que en conjunto sumarán 232 MW, adjudicados a través de subastas. Se tiene previsto que para fines de agosto del presente año ingresarán a operación comercial los parques eólicos de Talara y Cupisnique, equivalentes a 110 MW. El cuarto parque eólico tiene previsto operar a fines del 2015.







Las termas solares

El sol aporta anualmente, para la atmosfera terrestre, un valor correspondiente a diez mil veces más el consumo mundial de energía en ese periodo. Este hecho indica que, además de ser el responsable por el sustento de la vida en la tierra, la radiación solar constituye una fuente inagotable de energía, habiendo un enorme potencial de utilización por medio de captadores y conversores en diversas formas de energía (térmica, eléctrica, etc.), para calentamiento de fluidos y ambientes, así como para la generación de potencia mecánica o eléctrica. También puede ser convertida directamente en energía eléctrica, por medio de los efectos sobre determinados materiales, entre los que se destacan el termoeléctrico y el fotovoltaico.

El calentamiento de agua mediante energía solar es un sistema que permite el ahorro de dinero, ya que a lo largo de su vida útil, el combustible para que funcione es cero. Además, las termas solares son bastante eficientes en lugares soleados como el Perú. La empresa privada están moviendo el mercado para que existan las condiciones necesarias para masificar estos sistemas.

Es el caso de Arequipa, donde existe hoy una demanda creciente de termas solares, que se extiende a todo el país y la oferta aún no es suficiente. Sobre todo de tecnología nacional que pueda competir sanamente con tecnología extranjera.

Una terma o calentador solar es un aparato que utiliza el calor del sol (energía solar) para calentar alguna sustancia, como puede ser agua o aceite. Su uso más común es para calentar agua para uso en casas, centros de hospedaje o servicios sanitarios (duchas, lavado de ropa, cocinas, etc.) tanto en ambientes domésticos

como hostales y otras industrias. En muchos climas como el del Perú, una terma solar puede disminuir el consumo energético utilizado para calentar agua. Tal disminución o ahorro puede llegar a ser de hasta 50%-75% o inclusive 100% si se sustituye completamente a las termas eléctricas o a las que usan propano butano, eliminando el consumo de gas licuado de petróleo o electricidad. Su uso no está más extendido en el país debido a desconocimiento o al costo inicial de la instalación. En varios países desarrollados, las normativas estatales obligan a utilizar estos sistemas en las nuevas viviendas o en los edificios multifamiliares.

El Ingeniero Pedro Sánchez del programa Energía y ambiente AEA del IICA sostiene: “Si cada terma solar de uso doméstico transforma 3 KWh de energía solar al día, 5,000 termas transformarán 15 MWh, lo que corresponde a una planta de 3 MW”. Su uso puede servir para la cocina y el baño, en los hogares y hospedajes, para locales sanitarios, como hospitales, postas médicas, lavanderías, aviculturas, en la propia industria, etc. El rango de operación está entre los 20 y 100 grados centígrados. Las capacidades varían entre 50 y 2000 litros. Se recupera la inversión en tres años, siendo el tiempo de vida útil de 15 años. Esto significa que una terma solar costaría, incluido el mantenimiento anual, la suma de 5100 dólares americanos, frente a un costo de 18 057.60 dólares americanos, de una terma eléctrica. El ahorro es enorme.

Como hemos dicho, las termas o calentadores tienen una elevada eficiencia para captar la energía solar. Dependiendo de la tecnología y materiales implementados, pueden llegar a alcanzar eficiencias del 98%. No debe confundirse el panel solar térmico con el panel fotovoltaico, el cual no se utiliza para calentar sustancias, sino para generar electricidad a partir de la luz.

Actualmente, la energía solar es ampliamente utilizada en el mundo moderno, para el calentamiento de agua, por los avances tecnológicos y por el alto costo del uso de la energía de origen fósil, atendiendo las necesidades de residencias, hoteles, industrias y otros, para lo cual se utilizan los llamados colectores solares, que vienen a ser los dispositivos diseñados para recoger la energía irradiada por el sol y convertirla en energía térmica. Existen varios tipos de estos colectores como los de placa plana, utilizados preferentemente para residencias, los tubos de vacío usados tanto para residencias como a nivel industrial y otros capaces de producir mayores temperaturas como son los colectores de concentración.

En Arequipa el uso de más de 40 000 termas solares se ha convertido en una de las principales fuentes de calentamiento del agua sanitaria en los hogares. Existen diversas termas solares en el mercado, las cuales se usan a nivel doméstico e industrial, fabricadas por empresas locales en forma artesanal e industrial. El clima en la ciudad de Arequipa es seco y con escasa nubosidad. Son 300 días de sol al año, con 11 horas de insolación, siendo el periodo entre las 11 e 14 horas el que presenta la más alta tasa de radiación. La irradiación global diaria bordea los 1000 W/m^2 durante casi todo el año. Su temperatura media es de 21°C . Durante el día el aire es seco y caliente. En las noches, principalmente en los meses de mayo, junio y julio la temperatura cae para cerca de 8°C .

El colector solar más utilizado en Arequipa, es el colector solar plano, que está básicamente constituido de una caja rectangular, herméticamente cerrada, con aislante térmico en las laterales y en la parte inferior, una cubierta de vidrio plano transparente en la parte superior, y entre la cubierta y el aislante térmico encontramos la chapa absorbente, por la cual circula el fluido de trabajo.

Las familias que se deciden por el uso de termas solares logran significativos ahorros en la cuenta mensual por el servicio público de electricidad. Dependiendo del consumo este ahorro no baja del 30 a 40% de ahorro con relación a similar consumo en una familia de la capital, la ciudad de Lima. En lugares como Lima metropolitana, no existe la misma radiación solar que Arequipa, pero de todas maneras sería factible la utilización de termas solares 8 de cada 12 meses del año.





Parques solares

El Atlas de Energía Solar del Perú (Senamhi, 2003) establece que la zona de mayor potencial del país se encuentra en la costa sur, en las regiones de Arequipa, Moquegua y Tacna (entre los 16° y 18° de latitud sur), con un promedio anual de energía solar incidente diaria que estaría en un rango de 6.0 a 6.5 kW.h/m². Otras zonas con alta disponibilidad diaria, entre 5.5 a 6.0 kW.h/m², se encontrarían en la costa norte, en las regiones de Piura y Tumbes (entre los 3° y 8° de latitud sur), y en gran parte de la sierra, sobre los 2500 msnm.

La zona de menores valores de energía solar en el Perú es la selva, en las regiones de Loreto, Ucayali y Madre de Dios, que registran valores de 4.5 a 5.0 kW.h/m², con una zona de mínimos valores en el norte de la región Loreto (entre los 0° y 2° de latitud sur). No obstante, la alta dispersión de las poblaciones en estas zonas y su particular geografía (escasez de caídas hidráulicas y de recurso eólico) determinan que muchas veces la energía solar fotovoltaica sea la opción más conveniente, a pesar de la menor disponibilidad.

Según el mes del año y la ubicación geográfica, la energía solar diaria acumulada se encuentra en un rango de 2 a 8 kW.h/m². Sobre esta base, se podría afirmar que, la media nacional rondaría los 5 kW.h/m². Esto es importante si se considera que los valores iguales o superiores a 4 kW.h/m² hacen atractivo el uso de tecnologías de conversión fotovoltaica (CER UNI, 2005b). Por otra parte, una característica muy importante de la energía solar en el Perú es su constancia, durante el año los promedios mensuales no varían más del 20% (Horn, 2007).

Además del Atlas de Energía Solar, se pueden resaltar otras importantes evaluaciones realizadas sobre el potencial de la energía solar en el Perú: *Radiación solar en el Perú*, de C. Kadono, de la UNI en 1972; *Estimación de la energía solar en el Perú*, de J. Vásquez, publicado por OLADE en 1987; *Tabla de radiación promedio anual*, elaborado por OLADE en 1992; y el *Atlas de Energía Solar del Perú*, publicado por el Senamhi y el MEM, en el marco del Proyecto Electrificación Rural a Base de Energía Fotovoltaica en el Perú. Cabe mencionar, además, los trabajos de medición de energía solar realizados a principios de la década del 80 por el propio Senamhi, el IGP, la UNI, la UNALM, el ITINTEC y la ONERN (Cenergía, 2004).

La energía solar, que usa la tecnología fotovoltaica, finalmente ha alcanzado un nivel de competitividad. En varios países de la región sudamericana, esto se evidencia, como en el caso de Uruguay y el Perú, donde los precios de las últimas subastas han bajado sustancialmente. Además estos sistemas pueden garantizar 12 horas de operación plena, cada día, como es el caso del sur del Perú. La radiación solar es especialmente privilegiada en el sur del país, donde es muy alta, siendo la energía solar virtualmente ilimitada.

El sistema convierte la luz solar directamente en energía eléctrica mediante paneles fotovoltaicos (PV, por sus siglas en inglés) fabricados con materiales semiconductores, como el silicio. Los paneles solares pueden instalarse en el suelo o en el techo del lugar donde hace falta la energía. Pierden eficacia en días nublados y su utilidad es nula al caer la noche, pero sostienen la entrega de energía la mitad del día. Además, gracias a los avances tecnológicos, en países como Alemania, está muy cerca el día que veamos operar sistemas que almacenen esa energía y permitan aprovecharla en las horas de oscuridad.

Ya en la década de los ochenta, un ingeniero llamado Roland Hulstrom calculó que si tres décimos porcentuales del territorio estadounidense (una superficie de 25 600 kilómetros cuadrados) quedaran cubiertos con paneles fotovoltaicos, esta importante tecnología alternativa permitiría electrificar todo el país. “A partir de la premisa de que distintos semiconductores capturan diferentes colores del espectro de luz solar, el año pasado los investigadores del laboratorio de Energías renovables de Estados Unidos (en delante NREL) utilizaron varias capas de fosforo de galio-indio y arseniuro de galio-indio, compuestos que, en combinación con una

lente concentradora de luz solar, produjeron una celda PV con eficiencia de 40.8 % (récord mundial que aún no ha sido superado). No obstante, la producción en masa es inviable por el momento”.

En la energía solar hay un potencial infinito, la energía que llega a la tierra es equivalente a 6000 veces la capacidad eléctrica mundial. Aun con las tecnologías actuales, podríamos generar suficiente energía para satisfacer la demanda docenas de veces pero, a los precios actuales, la infraestructura requerida para adoptar la energía solar costaría más que el uso de algunos combustibles fósiles, como el gas natural, pero ya es más barata que el uso de diésel. Las naciones subtropicales en desarrollo como el Perú pueden beneficiarse, pues el sol es generoso en sus territorios, lo que se traduce en altos rendimientos sobre la inversión en infraestructura solar. Lo cierto es que gran parte del potencial solar del planeta es desaprovechado.

Otra estrategia consiste en sacrificar la eficiencia en aras del costo. Aunque generan menos energía por centímetro cuadrado, los semiconductores de película delgada requieren menos materia prima y, por ende, son más económicos que las grandes instalaciones fotovoltaicas. Sin embargo, los ingenieros del NREL tratan de llegar más lejos y actualmente trabajan en el desarrollo de líquidos foto-voltaicos. “El objetivo es producirlos al costo de un litro de pintura [...] La eficiencia no será de 40 o 50%, sino de 10% a lo sumo, pero a un costo muy bajo. Con sólo pintar sus paredes tendrá electricidad”.

Dado que las celdas fotovoltaicas producen electricidad directamente, no requieren tanques para atrapar el calor de la sal fundida. Una opción sería desviar parte de la corriente fotovoltaica producida durante el día para impulsar bombas y comprimir aire en cavernas subterráneas –aire que, desde hace décadas, se ha utilizado en Alemania y Alabama para almacenar la producción nocturna de las plantas de energía convencionales, que es más barata y puede aprovecharse durante los picos diurnos. En una planta solar el ciclo se invierte: cuando se necesita electricidad por la noche, la energía acumulada durante las horas de luz se libera rápidamente para impulsar una turbina.

El *Atlas de Energía Solar del Perú* (Senamhi, 2003) establece que la zona de mayor potencial del país se encuentra en la costa sur, en las regiones de Arequipa,

Moquegua y Tacna (entre los 16° y 18° de latitud sur), con un promedio anual de energía solar incidente diaria que estaría en un rango de 6.0 a 6.5 kW.h/m². Otras zonas con alta disponibilidad diaria, entre 5.5 a 6.0 kW.h/m², se encontrarían en la costa norte, en las regiones de Piura y Tumbes (entre los 3° y 8° de latitud sur), y en gran parte de la sierra, sobre los 2500 msnm.

Según el mes del año y la ubicación geográfica, la energía solar diaria acumulada se encuentra en un rango de 2 a 8 kW.h/m². Sobre esta base, se podría afirmar que, la media nacional rondaría los 5 kW.h/m². Esto es importante si se considera que los valores iguales o superiores a 4 kW.h/m² hacen atractivo el uso de tecnologías de conversión fotovoltaica (CER UNI, 2005b). Por otra parte, una característica muy importante de la energía solar en el Perú es su constancia, durante el año los promedios mensuales no varían más del 20% (Horn, 2007).

En el Perú los proyectos de generación fotovoltaica en Arequipa suman energía para 80 000 personas. En países como Alemania y el resto de la Unión Europea es obligatorio incorporar la energía solar en todas las construcciones tanto industriales como residenciales. Esto significa energía limpia y sostenible con la capacidad de abastecer colegios, hospitales, aparcamientos, oficinas y viviendas, además de sistemas aislados de telefonía, radio, pozos o viviendas aisladas o de producir electricidad a nivel industrial. Es el caso del Perú con el nuevo marco legal, que ha permitido la construcción y operación de los proyectos Majes Solar y Repartición Solar, en el sur del Perú.

La compañía operadora cumple con todas las normas comunitarias en la Unión Europea y cuenta con la acreditación EMAS, una normativa de aplicación voluntaria de la UE que reconoce a las empresas que han implantado un Sistema de Gestión Medioambiental y han adquirido un compromiso de mejora continua.

Las ventajas de la energía solar se basan en su origen como fuente inagotable y en su respeto por la naturaleza. No consume combustibles que contaminan el ambiente. No genera gases contaminantes. El proyecto desplaza la generación eléctrica de otras centrales, principalmente térmicas, con lo cual se reducen las emisiones de CO₂ y produce electricidad limpia. La implementación del proyecto contribuye con la sostenibilidad del sistema eléctrico del país, al emplear una fuente renovable como es el sol. Fortalece el sistema eléctrico local. No provoca

interferencias ni daños contra la salud: por eso se utiliza en sistemas de alimentación de antenas y hospitales.

Proyecto en operación Repartición: Capacidad 22 Mwp

Energía producida 37.440 GWh/año

Proyecto Repartición Proyecto Majes: Capacidad 22 Mwp

Localización Municipalidad Distrital La Joya - Arequipa

Municipalidad Distrital de Majes

Terreno 102 Ha

Emisiones anuales evitadas

37172,6 Tm

Fecha inicio construcción 30 Septiembre 2011

Fecha conexión y energización

1 de julio de 2012

Inversión 82.500.000

Un dato adicional es que las personas que actualmente viven “desconectadas” de la red pública y generan su propia electricidad con paneles PV instalados en sus techos dependen de baterías comunes para pasar la noche, pero en un futuro no lejano podrían utilizar electrolizadores solares que separen las moléculas de agua en hidrógeno y oxígeno; al recombinarse en una celda de combustible, estos gases pueden generar electricidad. Aunque la idea ya es ampliamente conocida, Daniel Nocera, químico del MIT (Instituto Tecnológico de Massachusetts), el año pasado informó que había logrado un adelanto importante: un nuevo catalizador que vuelve mucho más económica la separación de los componentes del agua. Nadie conoce, a ciencia cierta, el futuro de la energía solar, pero empieza a surgir un consenso en torno de sus infinitas posibilidades; por supuesto, a condición de que nos comprometamos a reactivar la tecnología.

Otro dato relevante es: ¿quién habría pensado que Alemania se convertiría en el mayor productor mundial de energía fotovoltaica, con una capacidad de más de cinco gigavatios? Los paneles solares se instalan en tejados, granjas e incluso campos de fútbol o junto a las autopistas. Aunque dispersos por la campiña, todos están conectados con la red eléctrica nacional y las compañías de servicios públicos están obligadas a pagar una prima de 50 centavos de euro por kilovatio-hora, incluso a los productores más pequeños. Esto es especialmente importante en el verano, pero en países como el Perú se tendría disponible la energía solar todo el año.







Ladrilleras del Cusco

Vamos a relatar una experiencia exitosa en el Cusco, en la que se cambió la vida de varias comunidades de campesinos artesanos, dedicados a la fabricación de ladrillos. Esta experiencia se materializó como parte del Programa de Eficiencia Energética en Ladrilleras Artesanales de América Latina para mitigar el Cambio Climático¹.

El programa tiene como objetivo contribuir a mitigar el cambio climático a través de la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en América Latina y mejorar la calidad de vida de la población en el ámbito de intervención.

¿Cuál es el problema?

Las ladrilleras artesanales utilizan combustibles con alto impacto ambiental en hornos de muy baja eficiencia energética. El uso de leña, llantas y plásticos, entre otros combustibles para la cocción de ladrillos, contribuye significativamente a la contaminación del aire y la deforestación, además de problemas de salud, incrementando las causas del cambio climático.

Estas ladrilleras artesanales son mayormente informales y generalmente excluidas de las políticas públicas sociales, económicas y ambientales, pese a ser una actividad que contribuye significativamente a la industria de la construcción, tan en boga en estos tiempos y a la generación de empleos.

¹ EELA es un programa de la Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación (Cosude), ejecutado por Swiss Contact junto con sus socios en nueve países de América Latina.

¿Cuál es el enfoque?

Se propone una visión de mercado promotora de modelos integrales de gestión en las ladrilleras artesanales, partiendo desde la adopción de procesos de producción más eficientes que utilicen menos combustibles y emitan menos GEI hasta la innovación de productos que utilicen menos materia prima y permitan diversificar la oferta existente. Estas acciones contribuyen al desarrollo sostenible y a la mejora en la calidad de vida de la población.

¿En qué se basa?

- En la educación productiva para microempresas familiares y la innovación, a través de la introducción de nuevas tecnologías que reduzcan las emisiones de GEI y sean financieramente viables para los ladrilleros artesanales.
- En el impulso y articulación de políticas públicas, trabajando en coordinación con entidades públicas para incorporar al sector ladrillero artesanal dentro de la agenda nacional de mitigación del cambio climático.
- En la gestión del conocimiento, considerando el aprendizaje generado dentro de los países y el intercambio de experiencias entre ellos con el fin de generar sinergias.

¿Qué se logra?

Se logra reducir el 30% de las emisiones de GEI de las ladrilleras artesanales e incrementar en no menos del 10% los ingresos económicos de los productores.

¿Cuál es el siguiente paso?

En una segunda fase, se busca promover la réplica a nivel nacional de los modelos integrales de gestión mediante el escalamiento de las experiencias validadas en la primera fase sobre la base de la gestión del conocimiento, el impulso a las políticas públicas y un enfoque sistémico que incorpore al sector ladrillero en un sistema de mercado.

Una experiencia exitosa: Ladrilleras artesanales de San Jerónimo, Cusco, Perú.

Todo comienza con el trabajo de los promotores, quienes pacientemente trabajan en la difusión de buenas prácticas de producción para un mejor aprovechamiento del calor y en brindar asistencia técnica en el uso de:

- Mezcladoras para optimizar tiempo y recursos.
- Extrusoras para el menor uso de materia prima y diversificación de productos.
- Ventiladores para hacer más eficiente la combustión en los hornos

Adicionalmente, como parte de la aplicación de tecnologías más eficientes, se construyó y validó un horno de tiro invertido que es energéticamente más eficiente que el horno tradicional, con una inversión al alcance del ladrillero artesanal. Este horno ahora es replicado por ladrilleros en San Jerónimo, Cuenca (Ecuador) y en México.

Junto con adecuada orientación técnica, se busca que las pequeñas empresas familiares identifiquen proveedores serios, que ofrezcan productos de buena calidad, que busquen referencias de otros clientes o certificados de calidad de los materiales que se usan. Se les recomienda, en caso de tener que transportar materiales, hacerlo en vehículos de mayor capacidad, pues un camión grande podría realizar un solo viaje para repartir materiales. Se sugiere mantener el orden en el lugar donde almacena los materiales, herramientas y productos; que acondicionen un espacio de su lugar de trabajo para el “almacén”; que utilice espacios diferenciados para materiales, productos, residuos y combustibles; que lleve un cuaderno donde registre la cantidad de materiales o herramientas que ingresan o salen de almacén, para la programación oportuna de compras; que escoja materiales (arena, tierra, agregados como ladrillo molido) de mayor rendimiento y calidad; que identifique canteras de materias primas con mejores rendimientos; que los materiales no estén mezclados con piedras, raíces o elementos que afecten la calidad del ladrillo.

En el caso de la arcilla se sugiere iniciar con 70 kg por millar de ladrillo e ir probando la “fórmula adecuada” para elaborar un ladrillo de mejor calidad. Se propuso que establezcan sistemas para medir y controlar la cantidad de materiales utilizados

para la producción; que utilicen medidores de flujo para el caso de combustibles líquidos (petróleo) o balanzas de pesaje para combustibles sólidos (carbón, aserrín, leña).

Se les recomienda anotar en un cuaderno el registro de las cantidades utilizadas por cada lote de ladrillos a construir; que se elimine el uso de materiales altamente contaminantes como las llantas usadas, plásticos, aceites usados; y que utilicen combustibles eficientes y menos contaminantes; que compren combustibles en lotes grandes y directamente al productor.

Asimismo, se recomienda que hagan mantenimiento preventivo oportuno y obligatorio del motor, transmisión y partes móviles de la extrusora o moldera; que se limpie los residuos y lave los equipos una vez terminada la operación mecanizada; que tomen nota de los mantenimientos realizados y los cambios de repuestos; que tengan en cuenta el desgaste del molde y de la regla para hacer ladrillos cuando estos son de madera (gaveras).

Para aumentar el tiempo de vida útil, se les recomienda que coloquen flejes o tiras de fierro clavadas alrededor de los bordes del molde, de esta manera el desgaste se reflejará en la regla, que es más fácil de cambiar que el molde. Además, se sugiere que protejan los moldes de la excesiva exposición al sol y de la lluvia.

Se recomienda que cubran los moldes con grasa o pintura especial para evitar su deterioro. Que implementen mejoras en diseño de hornos, como el diseño de horno intermitente de tiro abierto. Que aumenten el espesor de las paredes de los hornos convencionales, de manera que el espesor del cuerpo inferior sea equivalente a la quinta parte de la altura total; y el cuerpo superior la mitad del cuerpo inferior.

Ventajas

El horno con dimensiones menores permite una cocción uniforme de los ladrillos. El espesor de pared recomendado es de 0.80 m., el cual permite retardar la pérdida de calor y la mejor cocción de los productos. Además, permite el ahorro de combustible, en el horno convencional mejorado se ahorra alrededor de 300 kg de carbón por quema.

Se recomienda que implementen mejoras en el diseño de horno que consideren las dimensiones interiores del cuadro de acuerdo a las capacidades de producción.

Que implemente mejoras en el diseño de las cámaras de encendido, construyéndolos al nivel del piso y en dirección predominante del viento. La forma de las ventanas del canal de encendido respetan las proporciones de altura de los ladrillos a quemar. Las distancias horizontales entre las paredes y canales varían según el tamaño del horno. Se recomienda una cámara de encendido para hornos de 30 millares a menos y dos cámaras de encendido en hornos de más de 30 millares. Las dimensiones de la cámara de encendido permiten un mejor ingreso de aire en el horno. Una cámara de encendido en un horno de 30 millares, permite menor consumo de leña y encendido rápido.

Capacitación sobre seguridad en el trabajo

Otras recomendaciones tienen que ver con el personal, que debe ser capacitado permanentemente. Se deben reunir con su personal siempre antes y después de iniciar la producción de un lote para capacitarlos. Se debe capacitar sobre condiciones del proceso (cómo quemar, ritmo de la quema, cómo amasar, cuánto tiempo amasar la arcilla, errores frecuentes, cómo quemar en forma intermitente, no poner mucha agua, dejar secar bien el ladrillo crudo, etc.)

Capacitarlos en seguridad industrial (los peligros identificados en los trabajos de ladrilleras y las medidas que se deben adoptar para minimizar los riesgos). Instruirlos en manejo de materiales (formas de manipular cada uno de los productos, combustibles, cenizas, agua, etc.)

Capacitarlos en salud ocupacional con la finalidad de reducir los riesgos para la salud en trabajos realizados en ladrilleras, cómo minimizar los efectos en la salud. Por ejemplo, no mirar directamente los ladrillos incandescentes, pues generan daño a los ojos del operario, usar cascos y guantes, mascarillas y gafas en las diferentes etapas del proceso de fabricación y evitar los daños a la salud.

Capacitarlos en la utilización de elementos de protección personal como sombrero o toldos para cubrirse del sol, como las mascarillas para la manipulación de los materiales (tierra arcilla, cascarillas, etc.); guantes de goma para el moldeo y labranza de la mezcla; guantes y agarraderas para protegerse del calor del horno; zapatos y cascos según las actividades a realizar, gafas de protección para mirar el proceso de quemado (evita daños a la vista).

Debe existir fácil acceso a las zonas de trabajo. Capacitar al personal sobre la identificación de las diferentes zonas de trabajo como el almacén de insumos el labrado, el secado, de productos para la venta, equipos de trabajo y de protección personal. El orden y la limpieza permiten un mejor desenvolvimiento de los trabajadores. Ordenar el área de producción en los alrededores del horno permite que identifique al menos las siguientes zonas:

- Patio de labranza o tendal.
- Pesaje, acopio y almacenamiento de combustibles.
- Almacenamiento de insumos.
- Acopio de ladrillos crudos.
- Acopio de ladrillos cocidos para venta.
- Acopio de subproductos; ladrillos rotos, cenizas, etc.
- Almacén de implementos de seguridad personal.

Capacitación sobre calidad de producto (color uniforme, rajaduras, sonido de buen producto)

Se recomienda que desarrollen las actividades y tareas en base a manuales de operación diseñados para la fabricación de ladrillos y de acuerdo con el tipo de horno con el que cuenta. Es un gran paso si desarrollan su propio manual de operación, el cual será una guía práctica con las indicaciones básicas para cada etapa de la producción.

Es importante que los trabajadores aprendan a definir la cantidad de materiales a usar en la mezcla, según el tipo de ladrillo a fabricar. Se debe llevar un registro de la mezcla utilizada para la fabricación de cada lote de ladrillos según tipo y calidad deseada; que tamicen los materiales para eliminar piedras u otros elementos que puedan afectar la calidad final del ladrillo, que utilicen una mascarilla durante el proceso de tamizado, que utilicen insumos como carbón mineral para mejorar la calidad del producto. Se recomienda no más de 1% de carbón mineral del total de la mezcla para fabricación. Es importante que aprendan a trabajar bien el mezclado manual, apretando y golpeando para deshacer los terrones gruesos de arcilla y sacar el aire.

Poco a poco se introduce el uso de equipos mecánicos (mezcladora/amasadora) para mejorar este proceso. Se controla el uso y consumo de materiales, midiendo

las cantidades utilizadas en la mezcla. Luego, se aprende a registrar las cantidades en un cuaderno y observar qué composición seca o quema más rápido o le da mayor consistencia al ladrillo. Así, se establece la composición idónea que debe utilizarse para las futuras mezclas.

Los trabajadores aprenden a proteger el sistema de transmisión de la mezcladora (eje, poleas, engranajes) y evitan acercarse cuando la mezcladora esté en funcionamiento. Realizan la limpieza de los equipos. Los cubren y/o protegen mientras no estén siendo utilizados.

Los hornos son del tipo artesanal de fuego directo, tiro natural y abierto a la atmósfera, de geometría rectangular y diferentes características en cuanto a tamaño y capacidad. La capacidad de producción es de 20 a 60 millares por horno. Los ladrillos son apilados sobre la cámara de encendido, entre las filas de ladrillos crudos se vierte carbón mineral. La cámara de encendido consta de un canal que atraviesa el horno, encima se ubican briquetas (conglomerados de arcilla y carbón) y junto con la leña inician el encendido del horno para la respectiva cocción de los productos.

Aprenden a estandarizar los tamaños de los moldes a utilizar. Dichos tamaños deben ser definidos por cada región o zona de productores y según el tipo de ladrillo o teja a fabricar. La uniformidad de los productos permitirá la aceptación y competitividad en el mercado.

Se capacitan en utilizar los residuos de los procesos como insumos para otras actividades. Utilizan la ceniza que se ha juntado en el horno como componente de la mezcla para los ladrillos, se obtiene un ahorro en insumos y mejora la calidad del producto. Muelen los ladrillos rotos, rajados o defectuosos y los utilizan como parte de la mezcla (puede reemplazar en parte a la arena). El porcentaje recomendado es del 2% del total de la mezcla.

Se agrupan en asociaciones, así tendrá una organización más grande, fuerte y competitiva. Al agruparse complementan sus recursos (dinero, máquinas), capacidades (poder de negociación) y aptitudes (habilidad para las ventas, para la producción, etc.) para participar en conjunto en el mercado de ladrilleras.

La modalidad de “agrupación por consorcio” da las siguientes ventajas:

En primer lugar, representa un mayor volumen de producción. Además, significa la mejora de procesos de producción y calidad de sus productos. También implica el ahorro en consumo de recursos naturales y materiales (leña, arena, aserrín, arcilla, carbón, etc.), pues permite compartir y reducir gastos comunes de transporte, compras de carbón, aserrín, etc., buscando en bloque el mejor precio. El consorcio permite aumentar el nivel de ventas y clientes, y concede un acceso más fácil a financiamiento y créditos.

Otra buena práctica es la participación en programas de mejora técnica. Se les capacita en identificar sus costos de producción y fabricación, aprenden a distinguir costos variables (aumentan según aumente el volumen de producción, ej. materia prima, mano de obra, insumos como carbón o leña, considerando que a mayor número de ladrillos, mayor cantidad de carbón o leña será requerido) y aprenden de costos fijos (como son los servicios agua, luz, transporte, impuestos, depreciación de equipos, mantenimiento, etc.)

Como pequeños empresarios se trata de poder conocer y estimar la rentabilidad del negocio (si se gana dinero y cuánto). Además de saber programar inversiones en nuevos equipos y herramientas que puedan mecanizar los procesos y generar mayor utilidad. Aprenden a identificar la cantidad mínima de producción y venta para generar utilidades. Aprenden a identificar sus costos fijos totales al producir.

Así, hemos podido vivir la experiencia del trabajo del programa de eficiencia energética en ladrilleras artesanales en San Jerónimo, Cusco. Pudimos constatar cómo cambia el mundo de las ladrilleras artesanales del país y cómo compiten en concursos mostrando sus mejores prácticas, previas largas jornadas de trabajo, como pasantías y talleres, donde van aprendiendo del uso de máquinas más eficientes, adaptadas a sus necesidades, aprendiendo de sostenibilidad y productividad. Vemos cómo mejoran sustancialmente los ingresos de estas familias, usando tecnologías apropiadas, cómo se reduce la contaminación y el daño a la salud.

Paso a paso, por su propio convencimiento, aprenden del uso de máquinas, de ventiladores y hornos más eficientes, pensar que es una forma de explotación

minera no metálica, tan arraigada en el país y estrechamente vinculada a la autoconstrucción, pero donde el Estado no ha podido coronar con éxito diferentes esfuerzos de formalización.

Este programa tiene éxito y puede llegar muy lejos. Se necesita que haya más líneas de microcrédito y sobre todo programas de capacitación técnica horizontal en las diferentes regiones, como los que realiza Swiss Contact que les enseñen a los pequeños empresarios emergentes a elevar la productividad sin dañar el medio ambiente, aprendiendo a ser más competitivos. Se trata de lograr eficiencia energética en la pequeña empresa, acompañada de una regulación ambiental y de parámetros de calidad, que estimulen las mejores prácticas y reduzcan gases de efecto invernadero.









El programa de las cocinas mejoradas

La energía empleada para cocinar representa aproximadamente el 90 por ciento del consumo de energía doméstica en los países en desarrollo. A nivel mundial, 2,5 mil millones de personas utilizan la biomasa como combustible para cocinar. Entre los combustibles más usados se pueden citar la leña, el carbón vegetal, el estiércol y los residuos agrícolas. La biomasa constituye a menudo la única fuente de energía disponible, especialmente en áreas rurales.

Desventajas

La biomasa generalmente es utilizada a fuego abierto y en cocinas tradicionales; esto lleva a una combustión incompleta, es decir la leña es quemada de manera ineficiente. Anualmente, el humo producido por la quema a fuego abierto de este combustible en cocinas tradicionales mata a 1,5 millones de personas. Esto significa que cada 20 segundos una mujer o un niño mueren debido al uso ineficiente de la biomasa. En muchos casos, la demanda de la biomasa excede su suministro sostenible. Esto conduce a una masiva deforestación, desertificación y degradación de los suelos. La disminución de recursos significa trabajo adicional para mujeres y niños, pues deben emplear mayor tiempo para buscar leña.

Ventajas

La biomasa es una fuente de energía renovable. La biomasa está disponible en diferentes formas y en todas partes, pudiendo ser quemada sin que sea necesario procesarla. Usualmente la biomasa es más barata que otras fuentes de energía, las cuales son inaccesibles para personas de escasos recursos, que residen en

lugares aislados. Se cuenta con tecnologías y técnicas para el uso sostenible y eficiente de la biomasa.

La biomasa seguirá siendo la fuente de energía más importante para los hogares rurales en las próximas décadas. La mejor manera de lograr que su combustión sea eficiente y sostenible es utilizando cocinas mejoradas. Una de estas puede ahorrar hasta un 60 por ciento de combustible, comparado con el tradicional fogón de tres piedras (cocinas tradicionales). Las cocinas energéticamente eficientes pueden mejorar la combustión reduciendo emisiones apreciables de humo. La gama de tecnologías disponibles comprenden cocinas artesanales, cocinas fabricadas de arcilla y metal, cocinas solares, cocinas con retención de calor, así como cocinas que emplean modernos biocombustibles, tales como aceite vegetal, etanol o biogás.

El cambio en los hábitos de cocinar no es una tarea fácil. Los usuarios deben ser convencidos de que existen mejores métodos que los tradicionales. Las cocinas mejoradas deben ser eficientes, con combustión “limpia”, tienen que parecer modernas y deben ser baratas.

Entre las actividades importantes a realizar, se incluye la capacitación de instaladores de cocinas y la facilitación de su acceso a mercados, así como campañas de concientización para los usuarios. Una vez que una cocina mejorada sea usada por uno de cada dos hogares, se convierte en un “lo debo tener” para los vecinos. Esta “masa crítica” es la base para una masticación sostenible.

La capacitación de promotores locales en la construcción de las cocinas es un factor que permite la transferencia de conocimiento a las comunidades, la diseminación de cocinas en zonas muy pobres o dispersas y una mayor sostenibilidad en los proyectos.

¿Cómo contribuyen las tecnologías modernas para cocinar en la disminución de la pobreza?

En lugares donde la biomasa es comprada, el empleo de cocinas mejoradas ahorra dinero de manera directa. La producción y comercialización de tecnologías mejoradas genera fuentes de trabajo y crea microempresas. Hombres y mujeres,

producen y venden cocinas mejoradas, lo cual les otorga un mejor ingreso económico. Muchos productores de cocinas mejoradas han sido exitosos en su negocio.

¿Cómo ayuda una cocina mejorada a las mujeres?

Al convertirse en empresarias, las mujeres adquieren mayor autoconfianza y mejoran su estatus en la comunidad. En las áreas rurales se reduce el tiempo empleado para la recolección de leña, lo cual posibilita a las mujeres el realizar otras actividades, y de esta forma, mejorar los ingresos familiares.

Los niños pueden dedicar más tiempo a aprender. El tiempo para cocinar se reduce y las mujeres pueden emplear más tiempo trabajando en los campos o en el hogar, así como con sus hijos.

¿Cómo la cocina mejorada ayuda a la salud?

Las cocinas mejoradas emiten menos material particulado (PM), lo cual reduce de manera apreciable el riesgo de enfermedades respiratorias y conjuntivitis. También se reduce la generación de monóxido de carbono. El riesgo de quemaduras es reducido debido a que el fuego es protegido por la cocina. Mayormente son mujeres y niños los beneficiarios de un uso limpio y seguro de la biomasa para cocinar.

En el Perú, las mujeres que utilizan las cocinas mejoradas Inkawasi reportaron menor padecimiento de infecciones respiratorias, ardor de ojos y dolor de cabeza. La cocina Inkawasi reduce las emisiones de monóxido de carbono (10 por ciento) y de materia particulada (25 por ciento) comparado con las cocinas tradicionales.

¿Cómo la cocina mejorada protege al medio ambiente?

La disminución del consumo de leña reduce la presión ejercida sobre los bosques y evita costos de reforestación. Usar menor cantidad de estiércol o de residuos agrícolas para cocinar puede mejorar la fertilidad de los suelos y, así, contribuir a la disminución de la degradación de los mismos. Por ejemplo, la cocina mejorada Inkawasi consume la mitad de leña en comparación con una cocina tradicional o de tres piedras.

El Proyecto del Milenio de las Naciones Unidas busca para el 2015, reducir a la mitad el número de personas sin acceso efectivo a combustibles modernos para

cocinar. Para alcanzar esta meta, cada día, 500 000 personas adicionales tienen que tener acceso a una mejor energía para cocinar. Esta es una gran meta, y se requerirá un esfuerzo concertado y masivo de la comunidad internacional para abordar el problema, mejorar el conocimiento sobre los retos y beneficios de la biomasa como fuente de energía. También es necesario un mayor compromiso por parte de los gobiernos de los países en desarrollo para mejorar el marco jurídico de acceso a energía para cocinar de manera sostenible, limpia y barata.

En los últimos años, el Perú ha adquirido amplia experiencia en la ejecución de proyectos de energía doméstica. Más de 350 000 cocinas han sido instaladas, destacando el apoyo técnico de GIZ. Esta institución también ha apoyado el desarrollo del programa Qori Q'oncha.

El programa Qori Q'oncha es el primer programa a nivel mundial que ha generado bonos de carbono, asimismo, es el primer programa registrado en el mercado internacional de carbono con el sello de calidad Gold Standard. Actualmente, cuenta con más de 100 000 cocinas mejoradas implementadas por instituciones peruanas que benefician a más de 500 000 peruanos que viven en condición de pobreza.

Algunos aspectos importantes de Qori Q'oncha:

- OMS estima que la exposición al humo de una cocina tradicional es el quinto factor que causa enfermedades en los países en desarrollo y que dos millones de muertes ocurren cada año por esta razón.
- Se cuenta con más de 100 000 cocinas mejoradas implementadas por instituciones peruanas que benefician a cerca de 450 000 peruanos que viven en condición de pobreza.
- Son 6 los socios activos cuyos proyectos forman parte del Programa Qori Q'oncha, estos son Microsol, Instituto Trabajo y Familia, PromPerú, Gobierno Regional de La Libertad, Gobierno Regional de Moquegua, Gobierno Regional de Arequipa, Gobierno Regional de Tacna.
- Las familias beneficiarias del programa se encuentran ubicadas en las zonas más pobres de las regiones de Piura, La Libertad, Huánuco, Cajamarca, Huancavelica, Tacna, Moquegua, Cusco y Arequipa.

- En la primera emisión de bonos de carbono, por la venta de 53 228 bonos de carbono, se recibieron 650 000 dólares que fueron repartidos entre los socios peruanos: PromPerú y el Instituto Trabajo y Familia.
- En la segunda emisión de bonos de carbono, por la venta de 163 530 bonos de carbono, se recibieron 1 850 000 dólares que han sido repartidos entre los socios peruanos: Gobierno Regional de Moquegua, CARE, PromPerú y el Instituto Trabajo y Familia. De esta manera, se garantiza la sostenibilidad de los proyectos de cocinas mejoradas ejecutados por estas instituciones.

¿Qué son los bonos de carbono?

Un bono de carbono es un certificado de reducción de emisiones de GEI que producen ciertos proyectos. Cada bono de carbono corresponde a una tonelada de CO₂e (cantidad de GEI -gas de efecto invernadero- equivalente a una tonelada de CO₂) certificada que se deja de emitir a la atmósfera.

Los bonos de carbono del mercado voluntario provienen de proyectos de tecnologías apropiadas que brindan una mejora significativa de condiciones de vida a los más pobres.

Bonos de carbono y sostenibilidad de los proyectos

El dinero proveniente de la venta de los bonos de carbono va a permitir financiar el seguimiento, el monitoreo, la reparación y la capacitación a lo largo del proceso. Una vez que se asegure esto, se puede replicar el proyecto, así como ejecutar proyectos complementarios si los recursos obtenidos de la venta de bonos de carbono son suficientemente importantes. Es decir, los recursos financieros de la venta de los bonos de carbono se dirigen directamente a la sostenibilidad de los proyectos que los generaron.

¿Cuántas familias se han beneficiado en el país con los bonos de carbono?

Son más de 106 056 familias peruanas que viven en condición de pobreza las que forman parte del programa Qori Q'oncha. Lo que equivale a que cerca de 500 000 peruanos sean beneficiados por los recursos de los bonos de carbono.

¿Cuál es la huella de carbono estimada por hogar antes y después?

Las cifras de estimación de las emisiones de GEI causadas (gases de efecto invernadero) causadas por el humo de las cocinas tradicionales varían según el proyecto. Sin embargo, se puede precisar que utilizar una cocina mejorada en vez de un fogón tradicional reduce el consumo de leña, en promedio, de 40% a 60%.

Un ejemplo representativo pueden ser las cifras del primer paquete (VPA) de proyecto de cocinas mejoradas del Instituto Trabajo y Familia implementadas en las provincias de Otuzco, Sánchez Carrión y Julcán en la región de La Libertad.

- Línea de base: 4.99 tCO₂/año/cocina
- Escenario del proyecto: 3.65 tCO₂/año/cocina

¿Cómo se ha implementado el MDL programático de cocinas mejoradas?

El programa de cocinas mejoradas Qori Q'oncha vende sus bonos de carbono dentro del mercado voluntario de carbono, es decir, no ha sido necesario implementar el modelo programático MDL. El mecanismo de desarrollo limpio (MDL) es un acuerdo suscrito en el Protocolo de Kioto regulado en el mercado oficial de carbono por la Convención Marco de las Naciones Unidas por el Cambio Climático (CMNUCC).

Para la inclusión de proyectos en el mercado de carbono se utiliza la modalidad programática PoA o Programa de Actividades. Un PoA es una estructura que alberga proyectos del mismo tipo. De esta manera, permite a diferentes actores desarrollar un número ilimitado de actividades de un mismo tipo cuyas reducciones se miden de la misma manera y esto se puede extender hasta 28 años. Por lo tanto, el interés de implementar la modalidad programática es doble:

Facilita los procesos a largo plazo, aprovechando la similitud de las actividades. El proceso total de certificación se realiza solo una vez para el PoA y permite reducir los costos a largo plazo, aprovechando la posibilidad de incluir, en cualquier momento, un nuevo proyecto a costos adicionales reducidos.

Un PoA permite, por ejemplo, agrupar un proyecto de cocinas mejoradas de La Libertad, de Arequipa y de Cusco en un único programa en el que se ha podido incluir cada proyecto en menos tiempo, con menos costos y menos riesgos.

Las características de un PoA son:

Es exclusivamente dirigido a la valorización de proyectos de tecnologías apropiadas. Es un programa (y no un proyecto): tiene vigencia para 28 años y puede integrar nuevas actividades en cualquier momento durante este periodo. Es nacional: los proyectos implementados en todo el país pueden entrar. Es abierto: cualquier actor que respeta los requisitos básicos del programa puede entrar (el programa es un programa nacional abierto a cualquier actor, exactamente como en el PoA peruano donde hay ministerios, gobiernos regionales, empresas privadas que hacen responsabilidad social y ONG). Es social: tiene beneficios tanto a nivel social como ambiental.

Un programa puede durar hasta 28 años en el mercado de carbono, su construcción y gestión consisten en la organización de la Consulta Nacional de las Partes. La realización y presentación de todos los documentos carbono a las autoridades del mercado de carbono (estándar de calidad más auditoría de las Naciones Unidas). La organización de la validación del diseño del proyecto (con contratación de la auditora) así como su registro. La organización de la verificación de los resultados anuales (con contratación de la auditora). La certificación de los bonos y pago de los costos correspondientes. La intermediación con los compradores finales para la venta de los bonos de carbono en el mercado voluntario.

El PoA Qori Q'oncha ha tenido el siguiente desenvolvimiento desde su creación:

- 2009-2010: Diseño y construcción del Programa QQ
- Nov 2010: Validación de Programa QQ y VPA1 (1er paquete de proyectos)
- Oct 2011: 1^{er} ciclo de certificación de VPA1 y 1ra emisión de bonos de carbono
- Mar 2013: 2^{do} ciclo de certificación de VPA1 + VPA2, inclusión de VPA2 y 2^{da} emisión de bonos de carbono
- 2014: 3^{er} ciclo de certificación de VPA1+VPA2+VPA3, inclusión de VPA3 y 3^{ra} emisión de bonos de carbono

¿Es el primero en el mundo?

El programa Qori Q'oncha es el primer Programa registrado en el mercado internacional de carbono con el sello de calidad Gold Standard; asimismo es el primero a nivel mundial que ha generado bonos de carbono. Actualmente, cuenta con más de 100 000 cocinas mejoradas implementadas por instituciones peruanas que benefician a más de 500 000 peruanos que viven en condición de pobreza.

¿Qué es el mercado voluntario?

El mercado voluntario de carbono es el espacio de compra y venta de bonos de carbono, en el que las entidades que compran los bonos de carbono son compradores voluntarios. Es decir, no tienen ninguna obligación estipulada en el Protocolo de Kyoto: puede ser una empresa mexicana, peruana, sudafricana, etcétera, que decide voluntariamente (por ejemplo como parte de su estrategia de RSE) reducir sus emisiones y compensar las emisiones que no pueden reducir a través de un proyecto de reducción de emisión implementado en un país en desarrollo. La empresa compra bonos de carbono generados por este proyecto y puede decir que en otra parte del mundo gracias a la implementación de cocinas mejoradas por ejemplo, ha financiado la reducción de este mismo nivel de toneladas de CO₂ que no pudo reducir por sí misma.

El mercado voluntario de carbono es un mercado paralelo al mercado oficial (MDL). Su organización es muy parecida, en ambos se contratan auditoras internacionales acreditadas por la Naciones Unidas para certificar los proyectos de reducción de emisión (verificación de que el proyecto realmente permite reducir emisiones). En el caso del mercado voluntario, se utilizan sellos de calidad como Gold Standard (existen varios tipos, con criterios más o menos estrictos) que certifican la calidad social y medioambiental de los bonos de carbono generados. Sin embargo, el mercado voluntario no está regulado por las Naciones Unidas como el mercado oficial. Así, en un proyecto voluntario, las Naciones Unidas están afuera del esquema, lo que da un poco más de flexibilidad, costos y tiempos reducidos.

¿Existe un modelo o varios modelos de cocinas eficientes?

Existen varios modelos de cocinas mejoradas. En el Perú, el Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción - Sencico es la institución

responsable de evaluar y certificar los modelos de las cocinas mejoradas. Desde la creación de la campaña “Medio millón de cocinas mejoradas por un Perú sin humo” se han certificado 35 modelos de cocinas.

¿Cómo ven el futuro de este programa en el Perú?

En el Perú existe un reto enorme de seguir instalando cocinas mejoradas en las zonas de población pobre y extremadamente pobre. Mientras exista este desafío, existirá la posibilidad de trabajar para lograr la sostenibilidad de estos proyectos. Se puede cambiar todas las cocinas tradicionales por cocinas mejoradas, beneficiando a más familias peruanas.

¿Continúa el programa?

Por supuesto, Qori Q'oncha está vigente desde el año 2009 y continúa trabajando actualmente. El programa tiene vigencia para 28 años desde su registro en el mercado voluntario de carbono.

¿Se ha replicado esta experiencia en otros países?

Microsol también trabaja en México, donde se ha implementado otro programa carbono similar a Qori Q'oncha. Este se llama Utsil Naj y beneficia a personas de México, El Salvador, Honduras y Guatemala. Podemos decir que Utsil Naj es una replicación de Qori Q'oncha porque la estructura del programa es la misma, los objetivos también; sin embargo, se diferencia de QQ por el contexto y características peculiares propias del entorno social distinto, así como porque este programa también incluye proyectos de filtros de agua.

¿Ha existido relación con gobiernos regionales o locales?

Cuatro de los socios (desarrolladores de proyectos) son gobiernos regionales, así, se han podido incluir dentro de Qori Q'oncha cocinas mejoradas que fueron implementadas por iniciativa de los gobiernos regionales en las zonas de Tacna, Moquegua, La Libertad y Arequipa.

¿Cuál ha sido la asesoría de GIZ?

La GIZ es una de las instituciones que más ha trabajado por la promoción de las cocinas mejoradas en el Perú. Así, jugó un papel importante en el desarrollo del

sector de las cocinas mejoradas en Perú con la campaña nacional “Medio millón de cocinas mejoradas por un Perú sin humo”, la implementación de un marco normativo para cocinas mejoradas con la certificación técnica de Sencico y la constitución de una plataforma interinstitucional sobre cocinas mejoradas.

Desde hace algunos años, este organismo se ha convertido en uno de los mejores aliados. Si bien no interviene directamente en el desarrollo del Programa Qori Q'oncha, sí apoyan y trabajan en favor de las cocinas mejoradas en el país.

Las consecuencias del uso de leña o bosta en el Perú rural

Consumo de biomasa

De acuerdo a la Encuesta Nacional de Hogares del 2012 (Inei), alrededor de 2.4 millones (31%) de hogares del país, utilizan frecuentemente biomasa¹, proveniente del carbón, la leña, bosta, ramas y otros, como combustible para cocinar. De estos hogares, el 70% residen en el área rural y 30% son urbanos. Por otro lado, del total de hogares rurales, el 86% utiliza biomasa como combustible para cocinar, en tanto que el 12% del total de hogares urbanos cocinan con este tipo de material. Como se puede apreciar, el uso de biomasa como combustible para cocinar, es más frecuente en el área rural que en la urbana.

Hogares que utilizan frecuentemente el carbón, leña y otros como combustible para cocina

Tipo de combustible	Área de residencia		Total
	Urbana	Rural	
No usa leña	5,133,894	267,002	5,400,896
	95%	5%	100%
	88%	14%	69%
Usa carbón, leña, otros	723,318	1,689,169	2,412,487
	30%	70%	100%
	12%	86%	31%
Total	5,857,212	1,956,171	7,813,383
	75%	25%	100%
	100%	100%	100%

Fuente: Enaho 2012 - Inei

Esta situación afecta, principalmente, a las familias que viven en condiciones de desigualdad y pobreza. Según la Cepal (2009) “la mayoría de familias aún no puede acceder a combustibles modernos para la cocción de alimentos, y cuando lo logra, paga por ello una desmedida proporción de sus ingresos, lo que acentúa la inequidad social en la región. Asimismo, en áreas donde se observa mayor consumo de leña por habitante, generalmente se registran bajos índices de desarrollo humano”.

El Ministerio del Ambiente del Perú estima que el consumo de leña de una familia tipo es de 10 kg/día usando fogones tradicionales, lo cual significa 3.6 TM de leña al año, produciendo 6.6 TM de CO₂. Asimismo, los fogones tradicionales tienen baja eficiencia aprovechando solo el 10% de la energía generada por la leña.

Con el uso de cocinas limpias se puede conseguir hasta un 50% de ahorro en el consumo de leña, lo que produciría una reducción de 1.8 TM al año que corresponde, dependiendo del contexto forestal, a la reducción de 1 a 3 TM de CO₂. Así se entiende el potencial importante de contribución de las cocinas limpias a los esfuerzos globales de conservación de los bosques y de mitigación del cambio climático.

Si bien los coeficientes de electrificación se han elevado considerablemente (Inei, 1993; 2007; 2013)², la mayoría de los hogares siguen usando biomasa en cocinas ineficientes, lo que no permite mejorar la calidad de vida de las familias.

El impacto en la salud por el uso de biomasa

Aspirar el humo producido por el uso de combustible sólido en fogones tradicionales al interior de las viviendas duplica el riesgo de neumonía y otras infecciones respiratorias agudas (Ira's). Ello afecta principalmente a los niños menores de 5 años y es tres veces más probable que las mujeres sufran enfermedades pulmonares obstructivas crónicas (EPOC's), bronquitis crónica, enfisema o cáncer pulmonar, en comparación con las mujeres que cocinan con electricidad, gas u otros combustibles más limpios (OMS, 2007). Los estudios realizados por el Dr. Roberto Accinelli (2004)^{3 4}, encontraron que los niveles de exposición a las sustancias tóxicas en la combustión de la biomasa superan diez, veinte o más veces los niveles recomendados por la OMS, siendo las mujeres y los niños menores de 14 años los más expuestos y vulnerables.

Señala también que existe una relación entre el mayor tiempo (en años y horas) de exposición al humo contaminante con Epoc's, cáncer al pulmón, Ira's, infecciones oculares, exacerbación de asma bronquial, bajo peso al nacer y mayor propensión a la desnutrición debido a la exposición materna al humo.

Los estudios de Silva y Zeña (2007) corroboran lo hallado por Accinelli, señalan que la exposición prolongada a contaminantes producido por el humo que generan las cocinas a leña o estiércol al interior de la vivienda es un factor en la aparición de las infecciones respiratorias agudas. Otro hallazgo importante es que las familias que viven en zonas rurales presentan las Enfermedades Diarreicas Agudas (Eda's), debido a que no hierven el agua para beber o ingieren sus alimentos sin terminar de cocinar, interviniendo indirectamente en la desnutrición crónica infantil.

Según García Sancho y colaboradores (2009), se encontró una asociación fuerte entre el uso de biomateriales. Una asociación fuerte entre el uso de biomateriales utilizados para cocinar y TBC entre mujeres mediante un estudio de casos y controles de base poblacional realizado en mujeres residentes de áreas rurales en el sur este de México.

La OMS, en estudios correspondientes al año 2000, señalaron lo peligroso que es cocinar con biomasa en fogones tradicionales, encontraron que es uno de los diez principales riesgos mundiales para la salud, pues resultó ser el causante de 1,6 millones de defunciones y de 2,7% de la carga mundial de morbilidad de la carga mundial de morbilidad (OMS, 2007).

El impacto en el medio ambiente

Un reporte del Banco Mundial publicado en el 2011 resalta el vínculo directo entre el uso ineficiente de leña para la cocción de alimentos y los resultados negativos en el medio ambiente. En los países en desarrollo, 700 millones de toneladas de biomasa son quemadas anualmente para la cocción de alimentos en las familias, resultando en unos 1000 millones de toneladas de CO₂ o gases de efecto invernadero (GEI) equivalentes. Comparando esta cantidad con la totalidad de las emisiones de toneladas de CO₂ o GEI equivalente en el mundo – 49 000 millones de toneladas en el 2004, según el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, 2008)– se ve que esta práctica representa un 2%

de las emisiones a nivel mundial, lo que lo convierte en una fuente significativa de emisiones de GEI y en una de las causas del cambio climático.

Además de este impacto directo en el cambio climático, las prácticas inadecuadas de cocción de alimentos con leña en los países en desarrollo generan gases adicionales (Carbono Negro, Carbono Orgánico) que afectan al clima.

Mejorar las prácticas de cocción a través de las cocinas limpias es entonces una dinámica contribuye a la lucha global contra el cambio climático. El reporte del Banco Mundial insiste en las diferentes consecuencias del uso de cocinas limpias de un país a otro: del perfil forestal del país (manejo sostenible a nivel país o deforestación neta a nivel país) una cocina limpia puede reducir entre 0 y 66% las emisiones de CO₂ o GEI equivalente que estaban vinculados a la práctica inadecuada de cocción de alimentos a nivel familiar.

El impacto económico

Cocinar con combustible sólido está asociado a una carga de enfermedad considerablemente más alta que otros modos de cocinar, debido a la contaminación del aire en ambientes interiores. En el caso del Perú el 36% de las Ira's, el 22% de las Epoc's y el 1,5% de los cánceres de tráquea, bronquios y pulmón se deben a la contaminación intradomiciliaria ocasionando un costo de atención ambulatoria de \$10.27 al estado (Minsa, 2011)⁵.

En el mismo país, los pacientes con Epoc's presentan un mayor número de consultas ambulatorias y un mayor índice de hospitalizaciones por exacerbación (sala de hospitalización, Unidad de Cuidados Intensivos). Por lo tanto, mayores requerimientos de gasto en equipos, exámenes auxiliares y medicamentos, lo cual incrementa el gasto del Estado (Minsa, 2011)⁶.

En el caso de los hogares que recolectan leña el impacto económico del uso de una cocina limpia es evidente. En un estudio de percepciones, realizado por el proyecto EnDev-GIZ, se encontró que las familias empleaban 2 cargas de leña al mes cuando usaban fogones tradicionales, con la cocina limpia se redujo a 1 carga al mes (2010)⁷.

El mismo estudio señala que el tiempo de recolección de la leña también disminuye con el uso de las cocinas limpias. Las familias que utilizaban fogones tradicionales

recolectaban la leña cada tres o cuatro días. Con las cocinas limpias, la recolección de leña lo realiza cada 15 días a más, demostrando que el uso es más eficiente.

El Banco Mundial señala que las familias más pobres utilizan el 80 por ciento del gasto de energía doméstica en combustibles para cocinar (2005), esto constata la ineficiencia de los fogones tradicionales. En otro informe del Banco Mundial, en un estudio realizado en Perú, señala que el costo-beneficio de invertir en una cocina limpia es de 1 a 7 (Banco Mundial, 2005). Esto último indica que construir cocinas limpias es la mejor inversión que puede hacer un país.

Notas

- ¹ Materia orgánica en un proceso biológico, espontáneo o provocado, utilizable como fuente de energía (Wikipedia).
- ² Los coeficientes de electrificación de acuerdo con los resultados del censo del año 1993 fueron: Nacional 54.9%, Urbano 77% y Rural 7.7%. En el censo del año 2007, los valores se incrementaron: Nacional 74.1%, Urbano 89.1% y Rural 29.5%. Al finalizar el año 2013, se han estimado las siguientes coberturas: Nacional 90% y Rural 70%.
- ³ Evaluación del efecto de los combustibles de biomasa en el aparato respiratorio en tres comunidades rurales andinas (2004).
- ⁴ Informe de evaluación del cambio de cocinas en el centro poblado de Lliupapuquio, Andahuaylas, presentado al proyecto EnDev-giz.
- ⁵ Presentación del Ministerio de Salud del Perú en el Foro del Aire limpio al interior de la vivienda realizado el 21/2/11 en el Perú.
- ⁶ Ídem.
- ⁷ Resultados de la encuesta de percepción del beneficio, uso y mantenimiento de las cocinas mejoradas. Informe de resultados – Santiago de Chuco, diciembre 2010.









La experiencia de producir biodiésel a partir de grasa animal y aceite usado

Ingenieros liderados por el catedrático José Calle de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM) crearon una máquina que transforma la grasa animal y los aceites usados en la preparación de comidas en biodiésel, un combustible menos contaminante que el petróleo. El biodiésel es un biocombustible líquido que se obtiene a partir de aceites vegetales o grasas animales, con o sin uso previo, mediante procesos industriales de esterificación y transesterificación y que se aplica en la preparación de sustitutos totales o parciales del diésel o gasóleo obtenido del petróleo. El biodiésel puede mezclarse con gasóleo procedente de la refinación del petróleo en diferentes cantidades. Esta alternativa trata de fomentar el desarrollo agropecuario y agroindustrial, disminuir la contaminación ambiental y ofrecer un mercado alternativo en la lucha contra las drogas.

Este proyecto, que ha sido subvencionado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Concytec), en su primera etapa, consistió en el diseño de un reactor que permitiera transformar en biodiésel los aceites que el comedor de dicha universidad desechaba tras preparar las raciones alimenticias para los estudiantes. La construcción estuvo a cargo del ingeniero José Calle Maraví, Ph.D., jefe de laboratorio de energías renovables de la Universidad Agraria de La Molina, quien busca crear conciencia medioambiental y garantizar una sana alimentación en los jóvenes universitarios. “Rescatamos el aceite usado y quemado. En vez de arrojarlo a los desagües lo usamos como biodiésel, que tiene menos emisiones contaminantes que el diésel petrolero, aproximadamente 60 por ciento menos” (Comunicación personal), señaló Calle Maraví, quien –con la ayuda del reactor– dictó varios cursos a fin de cuidar el medio ambiente y crear puestos de

trabajo. El ingeniero refiere que a partir de estos cursos se crearon varias empresas que ahora recolectan los aceites y los reciclan.

Bus ecológico

En una segunda etapa del proyecto, el Concytec subvenció la construcción de una planta piloto de 180 lt/batch, para producir mayor cantidad de biodiésel. “Se tomó la decisión de probar el producto y lo mezclamos en un 30 por ciento con el diésel petrolero para abastecer de combustible a los buses de la universidad”, dijo. Según explicó, el compromiso era hacer ver que el biodiésel producto de los aceites usados podía utilizarse en reemplazo del diésel en vehículos petroleros, cumpliendo la norma técnica peruana de calidad.

El investigador agrega que por más de 10 años el biodiésel producido por su reactor se ha utilizado en los buses de la citada universidad. “Este biocombustible lo producimos a partir de los aceites empleados por el comedor universitario, que prepara de 3,000 a 5,000 raciones diarias, y eso produce una cantidad significativa de aceite residual”.

Pollo diésel y cuy diésel

La tercera etapa que el Concytec financió fue la implementación del Laboratorio de Energía Renovable, que está en pos de la certificación de calidad. “Como ya se habían generado empresas de producción de biodiésel, era importante un laboratorio para certificar su calidad”, agrega Calle Maraví.

Este laboratorio se convirtió en la Unidad de Análisis de Calidad de biodiésel. “Con esto no solamente explicamos a las empresas el proceso, sino que controlamos la calidad de producción de su biodiésel”, explicó. Actualmente, agregó, investigamos con diferentes residuos orgánicos, dentro de los que se encuentra la grasa de pollo; reciclamos su grasa, producimos biodiésel y lo usamos no sólo en los buses, sino en calderos y como disolvente industrial.

En el laboratorio se han realizado más de 20 tesis a nivel de pre y postgrado. “Trabajamos con aceites vírgenes de plantas como la palma y la jatropha, entre otros; aceite de grasa de pollo, bovino, porcino, pescado y cuy; actualmente investigamos

en combustibles de segunda generación con otros residuos, especialmente en el área agroindustrial, convirtiéndolos en fuente de energía”, informó.

La Unidad de Análisis de Calidad de biodiésel del Laboratorio de Energías Renovables de la UNALM solo cobra el costo de los reactivos. “Trabajamos a costo. La empresas vienen y les cobramos lo mínimo, sólo los insumos de los análisis”, aseveró.

Una importante empresa peruana de calderos ha enviado a su mejor ingeniero a la UNALM, para capacitarse en el tema de biodiésel. Actualmente, la misma empresa utiliza el laboratorio para certificar la calidad de su producción. Se hace camino al andar.

El marco regulatorio para las renovables y la bioenergía:

- Reglamento de la Ley N° 28054. Ley de promoción del mercado de biocombustibles.
- Plan Referencial de Energía al 2015, Lima 2002 MEM.
- Lineamientos de Política para el sector energía, Lima MEM 2002a.
- Ley de electrificación rural y de localidades aisladas y de frontera. (Ley N° 27744, 30/05/2002).
- Proyecto de Ley de Energías renovables-OSINERG.
- Proyecto Especial de Tecnologías limpias-Concytec.
- Ley de promoción de las energías renovables, DL 1002.
- Ley de promoción de las energías renovables en las áreas rurales.
- Ley de Promoción de los Biocombustibles: 2003.
- Reglamento de Promoción: 2005.
 - Mezcla de gasolina con etanol al 7.8%
 - Mezcla de diésel con biodiésel al 2 y 5%
- Reglamento para su comercialización: 2007.

Historia del proyecto

- Inicios del Proyecto biodiésel
 - 1994 Inauguración del laboratorio de Energías Renovables
 - 2000 Primeras pruebas biodiésel

- 2002: Pasantía en la Universidad Nacional de Los Llanos (UNILLANOS)
- 2003: 1^{er} proyecto I+D, CONCYTEC – “Producción de biodiésel a pequeña escala” – Mención honrosa CONAM.
- 2004: biodiésel bus.
- 2005: Pasantía en Brasil.
- 2do. Proyecto I+D CONCYTEC “Desarrollo de un sistema sostenible para la amazonia peruana”.

2006: Planta piloto (1 Ton/día) financiado por CONCYTEC – 3er proyecto I+D de CONCYTEC – “Producción de etanol con tecnología intermedia para producción de etilesteres” – Panamericana 2006 Pro biodiésel.

2007 – Equipamiento de laboratorio de Energías Renovables para análisis de calidad del biodiésel, financiado por CONCYTEC.
 - Biomasa Segunda Generación.

2008-2009: – 4 investigaciones procesos de producción de biodiésel: MS en Ciencias Ambientales – 4 talleres en “producción de biodiésel a pequeña escala” – 3 investigaciones en biodigestores: LER – Equipamiento LER.

2010-2012 – Proyecto AECl: Universidad Catalunya España-UNALM: “Evaluación del potencial de la biomasa residual agroforestal con fines energéticos en la región Madre de Dios” – Curso: “Gasificación de la Biomasa”: RNC (Red Nacional de Combustión - Brasil), UFPA (Universidad Federal Para - Brasil) – Taller en “Electrificación Rural usando biomasa como alternativa Energética: barreras y sostenibilidad económica”; CIRAD (Francia), UFPA (Brasil), RNC (Red Nacional de Combustión-Brasil), SFB (Servicio Forestal Brasileiro), LER-UNALM.

Áreas de investigación

Zonas urbanas con aceites comestibles residuales:

- Reciclar aceites comestibles en biodiésel: aplicación motores, calderos y disolvente industrial.
- Reciclado de Grasas animales; grasa saturadas de pollo y residuos de la producción de aceite de pescado.

Zonas Rurales aisladas amazónicas y desérticas

- Diseño de sistemas de producción a pequeña escala
- Evaluar especies nativas no comestibles con cualidades energéticas en selva.
- Evaluación de la biomasa residual agroforestal en producción de energía descentralizada en selva.
- Algas (costa): en perspectiva para alimentación y energía.

Prueba en motores (potencia, torque, rendimiento y emisiones a diferentes alturas)

- Equipo de Investigación UNALM agrícolas, ambientales, forestales y químicos.
- La elaboración de biodiésel no solo es el proceso de transesterificación si no también hay que tener presente la purificación y calidad del biodiésel final.

Entre los principales parámetros a tomar en cuenta para la calidad del biodiésel se tienen:

- Glicerina total y glicerina libre
- Viscosidad
- Punto de inflamación
- Residuo de carbón conradson
- Contenido de agua
- Número de cetano
- Cenizas sulfatadas
- Fluidez a bajas temperaturas
- Poder calorífico



ENERGÍAS RENOVABLES Y CAMBIO CLIMÁTICO

7 proyectos demostrativos de un desarrollo sustentable





Desarrollo de aerobombeario a pequeña escala

Se trata de un aerogenerador de pequeña a mediana escala, un desarrollo nacional de la tecnología eólica. Fue con la idea de desarrollar sistemas de energía eólica de pequeña potencia que el Ingeniero Franco Canziani formó la empresa Waira, la cual empezó a operar en 1989. Las primeras máquinas utilizaban rotores aerodinámicos que movían alternadores automotrices de 12 o 24 voltios mediante una transmisión por fajas. Los equipos funcionaban relativamente bien, pero la ineficiencia de los generadores y el mayor número de componentes sujetos a posibilidad de falla, como la faja, carbones y anillos deslizantes, hacían que su producción y confiabilidad no llegara a niveles satisfactorios.

En el 2002, la empresa en asociación con la PUCP accedió a un fondo de investigación del Concytec para el desarrollo y fabricación de generadores eléctricos utilizando imanes permanentes. Después de hacer algunas pruebas con diferentes configuraciones se vio que la más conveniente era la geometría radial. Se realizaron pruebas preliminares con una configuración de 12 polos (imanes) y luego se fabricó una armadura de poliuretano que alojaba un bobinado trifásico con potencia nominal de 1 kW a 24V. Se realizaron pruebas de banco utilizando tornos mecánicos para verificar sus características y la estabilidad térmica en condiciones nominales. Hecha esta comprobación, se procedió a completar el resto de los componentes de un aerogenerador, en esto fue fundamental la participación de Dr. Vassili Samsonov quien definió el diseño aerodinámico. La parte final de la investigación se realizó en el 2003 e incluyó pruebas de campo en la bahía de Paracas en las que se comprobó el buen funcionamiento del sistema y se alcanzó la potencia de 1 kW a los 11 m/s de velocidad de viento. El resultado de esta

investigación fue un nuevo producto: un aerogenerador de 1 kW con imanes permanentes para la electrificación rural, uno de los cuales actualmente opera en una chacra, a 20 kilómetros de la ciudad de Chiclayo. De la misma forma, el aerogenerador se encuentra cargando baterías para un albergue especial de niños en Huacho, llamado Tarpuy.

Desde entonces, existió la inquietud de extender lo logrado con dos iniciativas:

- Mejorar notablemente la capacidad del generador reemplazando la armadura de poliuretano por una de láminas de acero silicio.
- Utilizar el generador trifásico de imanes permanentes para activar electrobombas trifásicas a distancia.

Por diversos motivos no se avanzó en ello hasta el 2010 en que Waira diseñó y mandó fabricar troquelados de acero silicio a un proveedor en China. Ya con los componentes disponibles se empezaron a hacer las primeras pruebas verificándose que la densidad de generación aumentaba más de 3 veces al utilizar un medio magnético en lugar de plástico. Se realizaron extensas pruebas de banco sobre un torno en la PUCP, contando para ello con la valiosa colaboración del profesor Oscar Melgarejo.

Este nuevo generador de 1500W a 48 V se utiliza con éxito en diferentes sistemas eólicos que actualmente están funcionando en operaciones avícolas de Huaura para electrificación de viviendas, como son las empresas Redondos y Río Azul.

En el año 2011, Waira, en asociación con Fundación Ferrosa SRL y la PUCP, participa en el concurso Fidecom del Estado, con el proyecto del Sistema de aerobombeo directo de 3 kW. Dentro de todos los participantes, resultó seleccionado. En junio del 2012 se recibe el primer desembolso y con ello empieza el desarrollo del proyecto de 18 meses de duración.

Se realizaron los cálculos y diseños para una nueva máquina de 5 m de diámetro con un generador de imanes permanentes de 24 polos 300 RPM y una capacidad de hasta 4 kW a 220V ac. Se realizaron los planos y especificaciones completas para la fabricación de nuevas planchas troqueladas de acero silicio, una vez que llegaron las planchas se pudieron realizar las primeras pruebas con bobinas de medición para verificar la densidad de campo de los imanes y la inducción

producida a diferentes regímenes de RPM. Con esta información se procedió a realizar el bobinado completo del estator y con ello las pruebas de banco del generador de 4 kW.

Los resultados iniciales fueron muy buenos, llegándose a los voltajes de diseño y a niveles de potencia de hasta 4 kW a las RPM deseadas. El paso siguiente fue probar el banco de 3 electrobombas de 1.5 HP trifásicas conectadas al generador, en el arranque y a diferentes frecuencias, voltajes y niveles de potencia, operando con la válvula abierta y con restricción de flujo para llevar el sistema a la presión de agua deseada 3.5 bar. También se hicieron pruebas con carga resistiva y rectificador-regulador para carga de baterías.

Se completaron los demás componentes de la turbina y luego nos trasladamos a Montegrande, Nazca, que es la ubicación del proyecto, para realizar pruebas de campo: la turbina quedó instalada sobre su torre tubular de 13 m de alto ubicada a 35 m de altura y 150 m de distancia en una plataforma natural en la ribera izquierda del Rio Grande, dónde ya se había medido muy buenas condiciones de viento. Se instaló una línea trifásica vulcanizada que lleva la energía hasta la boca del pozo a nivel del valle. Allí se instalaron las tres bombas junto con la carga resistiva de frenado y un conjunto de llaves de paso para controlar el sistema manualmente. Al mediodía del 26 de junio del año pasado, a un año del inicio del proyecto, se lanzó la turbina desconectando la carga resistiva. Esta llegó a régimen muy rápidamente con vientos de 8 a 9 m/s y se estuvo operando las bombas manualmente, manteniendo los niveles de voltaje entre 200 y 240V y la frecuencia entre 50 y 60 Hz por medio de la conexión y desconexión sucesiva de las 3 unidades, de acuerdo a la intensidad y variación del viento.

Se quedaron muy satisfechos con los resultados de la operación manual de las bombas con la energía variable proporcionada por la turbina a distancia. Con lo que se aprendió de esta experiencia y pudieron programar adecuadamente el control programable del tablero de control destinado a activar los contactores y con ellos las bombas de manera automática. El control está provisto de una tarjeta que permite establecer los niveles de voltaje generado por la turbina y darle señales definidas al PLC para que tome acciones respecto a las bombas y otros elementos como un cargador de baterías y la resistencia de frenado. El programa también rota la secuencia de bombas cada vez que se encienden.

Los últimos meses del proyecto los dedicaron a afinar el programa del PLC para optimizar el funcionamiento del sistema y evitar inestabilidades. Finalmente se logró un programa que permita establecer tiempos independientes y regulables para la entrada y salida de cada bomba además del cargador de baterías y la resistencia de frenado. Esta resistencia también se tuvo que duplicar, pues los 12 kW iniciales no fueron suficientes para frenar de manera contundente a la turbina, lo que habla muy bien de su diseño aerodinámico.

Mientras el viento sea menor que 6 m/s la turbina no genera voltaje suficiente para activar la primera bomba y se conecta el cargador de baterías a 24Vdc que alimenta un banco de 200 A.h que sirve para activar el control y además hacer funcionar un inversor de corriente que se utiliza para la electrificación del rancho que está a unos 80 m de distancia.

Cuando el viento es muy fuerte y las 3 bombas están conectadas con un voltaje superior a los 240 Vac por más de un tiempo determinado se activa el contactor de la resistencia de frenado de 24 kW para detener la turbina. Cabe señalar que la turbina está provista de un sistema de desvente pasivo por medio de su tornamesa excéntrica y cola orientadora abisagrada, se ha comprobado que este mecanismo saca del viento el rotor de la turbina cuando el viento excede los 12 m/s de modo que el sistema está protegido de manera redundante. Es importante señalar que se han realizado mediciones en campo de la temperatura de los bobinados del generador durante la operación del sistema y se ha verificado que el generador puede producir 4 kW de manera sostenida sin que se llegue a temperaturas superiores a los 60°C.

Actualmente, el sistema de aerobombeo, materia del proyecto Fidecom, está funcionando adecuadamente, acumulando horas de trabajo y m³ de agua bombeada al innovador reservorio de 140 m³ que se ha construido sobre la plataforma donde se ubica la turbina. El agua viene siendo utilizada para irrigar las plantaciones de Tara y Uva que se están iniciando en Montegrande, una zona utilizada por muchos siglos por la cultura Nazca y que ha estado sin cultivar por décadas.

Gracias al apoyo del FINCyT y la participación de la PUCP y las empresas asociadas se ha logrado generar un nuevo producto: el sistema eólico WAIRA 5 que

tiene como aplicaciones el bombeo de agua para irrigar tierras eriazas, la electrificación rural y, en el futuro cercano, la conexión a red. Los resultados y experiencias obtenidas servirán para emprendimientos de mayor envergadura como sistemas híbridos de 30 kW con acumulación de energía por medio de agua en reservorios elevados que es materia de un nuevo concurso en Fidecom, para obtener financiamiento, en el que se está participando con la PUCP, Waira y empresas asociadas, como Ferrosa y Redondos.







Glosario de términos e instituciones

- ADINELSA: Empresa de Administración de Infraestructura Eléctrica.
CAF: Corporación Andina de Fomento
Cenergía: Centro de Conservación de Energía y Ambiente.
Cepal: Comisión Económica para América Latina y el Caribe
CER UNI: Centro de energía renovable UNI
CMNUCC: Convención Marco de las Naciones Unidas por el Cambio Climático.
Concytec: Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología
Corpac: Corporación Peruana de Aeropuertos y Aviación Comercial
COSUDE: Agencia de cooperación Suiza
DEP: Dirección Ejecutiva de Proyectos del Minem.
Eda: Enfermedad diarreica aguda
EELA: Programa de la agencia suiza Cosude
Epic: Enfermedad pulmonar obstructiva crónica
GEI: Gases de efecto invernadero
GIZ: Agencia de cooperación alemana
GTZ: Agencia de cooperación alemana
IGP: Instituto Geofísico del Perú
IICA: Instituto Interamericano de Cooperación con la Agricultura
Inei: Instituto Nacional de Estadística e Informática
IPCC: Intergovernmental Panel on Climate Change
Ira: Infección respiratoria aguda
KLT consult: Empresa alemana
MDL: Mecanismo de desarrollo limpio
Minem: Ministerio de Energía y Minas

MIT: Massachusetts Institute of Technology

Olade: Organismo Latinoamericano de Energía

OMS: Organización Mundial para la Salud

ONERN: Antiguo Inrena.

OPS: Organización Panamericana de la Salud

PoA: Programa de actividades

PUCP: Pontificia Universidad Católica del Perú

QQ: Programa Qori Q'oncha

Senamhi: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú

Sencico: Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción

TBC: Tuberculosis

UNALM: Universidad Nacional Agraria La Molina

UNI: Universidad Nacional de Ingeniería

UPCH: Universidad Peruana Cayetano Heredia

Bibliografía

- ACCINELLI, R. 2004. *Evaluación del efecto de los combustibles de biomasa en el aparato respiratorio en tres comunidades rurales andinas*. Lima: UPCH.
- AGUINAGA J. 2006. Situación de la Geotermia en el Perú. Lima: MEM, Dirección General de Electricidad.
- AFATER, INAF. 1980 ca. *Mapa de zonas con mejores posibilidades de explotación de aguas subterráneas mediante el uso de aerobombas*.
- BANCO MUNDIAL. 2005. Perú: *Retos para un desarrollo sostenible, preparado en inglés por el Banco Mundial en el 2007*. Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento/Banco Mundial.
- . 2007. Análisis Ambiental del Perú: Retos para un Desarrollo Sostenible. Resumen Ejecutivo, mayo.
- . 2011.
<<http://climatechange.worldbank.org/sites/default/files/documents/Household%20Cookstoves-web.pdf>>
- DEP. 1998. Mapa eólico preliminar. *En Informe del potencial eólico del Perú*. Documento interno.
- GARCÍA SANCHO FIGUEROA, M. C., M. DE L. GARCÍA GARCÍA, R. BÁEZ SALDAÑA, A. PONCE DE LEÓN GARDUÑO, J. SIFUENTES OSORIO, M. BOBADILLA DEL VALLE, L. FERREYA REYES y otros. 2009. Indoor Pollution as an Occupational Risk Factor for Tuberculosis among Women: A Population-based, gender orientated, case-control study in Southern Mexico. *En Revista de Investigación Clínica, México D. F., 61(5)*, pp. 392-398.

- GREEN ENERGY. 2005. *Estudio para la promoción de la generación eléctrica con fuentes de energía renovable*. Lima: Minem, Dirección General de Electricidad.
- HORN, M. 2007. *Potencial de energía solar térmica y fotovoltaica en el Perú*. Presentación en el I Congreso sobre biocombustibles y energías renovables. Lima: 17-19 de mayo del 2007. UNALM.
- IPCC. 2008. Cambio climático 2007. Informe de síntesis.
<http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4_syr_sp.pdf>
- ITINTEC. 1987. Mapa eólico. En *Estudio nacional de evaluación de aerobombas*. Lima.
- KADONO, C. 1972. *Radiación solar en el Perú*. Lima: UNI.
- MAYORGA, E. 2007. *Potencial del Viento y la aerogeneración en el Perú*. Presentación en el I Congreso sobre biocombustibles y energías renovables. Lima: 17-19 de mayo del 2007. UNALM.
- MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS DEL PERÚ. 1979. Evaluación del potencial hidroeléctrico nacional. Minem, Dirección General de Electricidad. Documento elaborado con el apoyo de la Sociedad Alemana de Cooperación técnica (GTZ) y el Consorcio Lahmeyer. Salzgitter.
- . 1995. Mapa de potencial disponible de energía eólica en el Perú. En *Atlas minería y energía en el Perú*. Lima: Minem.
- . 2008a. Balance nacional de energía 2007. Minem, Oficina de Planeamiento, inversiones y cooperación internacional.
- . 2008b. *Atlas eólico del Perú*. Lima: Minem.
- . 2009. Propuesta de estrategia para mitigar las emisiones de gases de efecto invernadero en los sectores energía, industria y transporte 2008-2050. Informe final. Minem.
- OLADE. 1983. *Atlas eólico preliminar de América Latina y el Caribe: Perú y Bolivia* (vol. IV)
- . 1992. Tabla de radiación promedio anual. Olade.

ORGANIZACIÓN MUNDIAL PARA LA SALUD ORGANIZACIÓN Y PANAMERICANA DE LA SALUD. 2007.

Energía doméstica y salud. Combustible para una vida mejor. Francia.

SENAMHI. 2003. *Atlas de la energía solar del Perú.* Lima.

SILVA, H. y S. ZEÑA. 2007. *Los efectos de los fogones tradicionales y las cocinas mejoradas en épocas de frío en cuatro localidades de extrema pobreza de las zonas altoandinas del departamento del Cusco, Perú.* OPS/OMS.

VÁSQUEZ, J. 1987. *Estimación de la energía solar en el Perú.* Olade.

VELÁSQUEZ, J. 2007. *Atlas eólico preliminar.* Lima: Adinelsa.

Créditos de fotos:

p.7: Microsol.

p.11: Cobra.

p.15: Ing. Canziani. Marcona, Ica.

p.15: Ing. Canziani. Marcona, Ica.

p.16: Ing. Canziani. Marcona, Ica.

p.16: Ing. Canziani. Marcona, Ica.

p.17: Termoinox.

p.20: Termoinox. Arequipa.

p.20: Termoinox. Arequipa.

p.21: Isolux Corsan. Majes, Arequipa.

p.27: Isolux Corsan. Majes, Arequipa.

p.27: Isolux Corsan. Majes, Arequipa.

p.28: Isolux Corsan. Majes, Arequipa.

p.28: Isolux Corsan. Majes, Arequipa.

p.29: Javier Flórez Bossio. San Jerónimo, Cusco.

p.37: Javier Flórez Bossio. San Jerónimo, Cusco.

p.38: Javier Flórez Bossio. San Jerónimo, Cusco.

p.38: Javier Flórez Bossio. San Jerónimo, Cusco.

p.39: Javier Flórez Bossio. San Jerónimo, Cusco.

- p.39: Javier Flórez Bossio. San Jerónimo, Cusco.
- p.41: Microsol.
- p.55: Microsol.
- p.55: Microsol.
- p.56: Microsol.
- p.56: Microsol.
- p.57: Microsol.
- p.57: Microsol.
- p.59: Javier Flórez Bossio. Laboratorio de la UNALM.
- p.64: Javier Flórez Bossio. Laboratorio de la UNALM.
- p.64: Javier Flórez Bossio. Laboratorio de la UNALM.
- p.65: Javier Flórez Bossio. Laboratorio de la UNALM.
- p.65: Javier Flórez Bossio. Laboratorio de la UNALM.
- p.67: Ing. Franco Canziani. Nazca, Ica.
- p.71: Ing. Franco Canziani. Nazca, Ica.
- p.72: Ing. Franco Canziani. Nazca, Ica.
- p.72: Ing. Franco Canziani. Nazca, Ica.
- p.73: Ing. Franco Canziani. Nazca, Ica.
- p.73: Ing. Franco Canziani. Nazca, Ica.

Pedro Gamio Aita

Es consultor y exviceministro de Energía. Ha sido asesor principal de la Comisión de Energía y Minas del Congreso. Máster en Políticas Públicas. Ha ejercido la docencia universitaria en la PUCP y la UPC. Ha sido consultor del Banco Mundial, BID, PNUD, GIZ, WWF, Embajada Británica y Ceplan en materia de energía y ambiente. Es coordinador de Energía para la Cumbre Mundial de Cambio Climático de Lima, COP 20. Ha promovido la reforma energética en el país, el reglamento ambiental del sector hidrocarburos, la modificación de la Ley de concesiones eléctricas, el Decreto Legislativo 1002, el cual es el único marco promotor de las energías renovables. Asimismo, ha impulsado la creación de la concesión eléctrica rural del Fondo Carelec de fomento a la capacitación de energía, programa de promoción de los usos productivos, el reglamento de consulta y participación ciudadana, la creación de la comisión de planteamiento estratégico y el Plan maestro de energías renovables para pueblos aislados.

Ha sido gestor del relanzamiento del Plan Nacional de eficiencia energética. Es autor de diversos libros: *Petróleo, medio ambiente y comunidades nativas* (Casten, 2001), *Energía: ¿hacia dónde vamos?* (Ebert, 2010) y *Elementos para el planeamiento estratégico de las energías renovables* (Ceplan, 2012).

Javier Flórez Bossio

Fotógrafo profesional con diez años de experiencia, interesado en enfatizar el valor de la vida y su entorno rescatando la diversidad de experiencias. Ha participado en exposiciones de fotografía en Toronto, Santander, Madrid y Lima. Ha publicado fotos de arquitectura en ArchDaily y Architizer (2014).



Konrad
Adenauer
Stiftung