

De las velas a la luz eléctrica

El impacto de la electrificación rural

El acceso a energía eléctrica a través de sistemas fotovoltaicos domiciliarios ha tenido efectos sobre el uso del tiempo y un impacto positivo en niños de edad escolar: los niños en hogares con paneles solares dedican más tiempo a hacer tareas escolares y esto se ha traducido en más años de escolaridad (primaria) y mayor proporción de niños matriculados (secundaria). El modelo de intervención usado es asequible para los clientes y los ahorros generados cubren la tarifa mensual por el servicio.



ACCIONA Microenergía bajo licencia

De acuerdo al último censo de población y vivienda del Perú realizado en 2007, el 25,9% de las viviendas reportaban no tener alumbrado eléctrico. Este porcentaje alcanzaba su nivel más alto en el departamento de Cajamarca donde 59,8% de las viviendas reportaban no tener alumbrado eléctrico.

En 2010 ACCIONA Microenergía Perú (AMP) compró con recursos propios e instaló 600 Sistemas Fotovoltaicos Domiciliarios (SFD) en viviendas ubicadas en 31 comunidades rurales en los distritos de Namora, Tumbadén y San Pablo (el porcentaje de viviendas sin alumbrado eléctrico en estos distritos era de 82,1%, 96,1% and 72,8% en 2007, respectivamente). Más tarde, en 2012, puso en servicio 700 SFD adicionales en la misma zona geográfica. Todas estas comunidades están ubicadas entre 1,5 y 3 horas de viaje de la ciudad de Cajamarca en un arco alrededor de la ciudad—la sede de AMP está en Cajamarca y por razones logísticas se quiere trabajar con comunidades que no estén muy lejos de la ciudad. El promedio de viviendas atendidas por comunidad es de aproximadamente 35 viviendas.

El modelo ya probado por AMP está basado en el pago de una tarifa por servicio. Las familias pagan una cuota mensual de S/.10 (US\$3,6) por el servicio que incluye el alquiler del equipo, el mantenimiento del equipo por 20 años, y la amortización de los equipos que permiten el reemplazo de componentes después de culminada su vida útil durante un periodo de 20 años¹. El equipo es propiedad de AMP y las familias no tienen que cubrir los costos de la compra de los sistemas solares o el remplazo de los componentes. Este es uno de los modelos de negocios orientados a hacer asequible, y sostenibles en el tiempo, los sistemas solares domiciliarios a poblaciones de bajos recursos (otros modelos se basan en la adquisición de los equipos por parte de las familias y en algunos casos se hacen arreglos para el financiamiento de los equipos dado que las ventas en efectivo implican un altísimo costo de oportunidad para familias de bajos recursos)².

¹ La cuota mensual que paga la familia equivale aproximadamente al 20% de la tarifa oficial aprobada por el regulador. El Fondo de Compensación Social Eléctrica del gobierno peruano compensa a AMP con el resto.

² En algunos casos este modelo de pago por servicio se vuelve insostenible financieramente para la empresa proveedora cuando la red eléctrica se expande inesperadamente y se pone en peligro la base de cliente antes de poder recuperar la inversión en equipos.

Cada SFD tiene capacidad para generar de 7,2 a 11,5 kWh al mes en corriente continua lo cual cubre la potencia necesaria para iluminación, operación de aparatos electrodomésticos de bajo consumo de energía, y carga de la batería de un teléfono móvil³. El costo de inversión en equipo es aproximadamente US\$700 en Perú. El panel solar tiene una vida útil de 20 años pero las baterías deben cambiarse cada 5 años y los reguladores cada 10 años. Este gasto, al igual que la instalación, operación y mantenimiento de los equipos está cubierto por la tarifa mensual que pagan los clientes de AMP.

En 2012 AMP planeaba ampliar, con apoyo financiero del Programa de Empresariado Social y asistencia técnica del FOMIN, el número de viviendas servidas con los SFD en comunidades ubicadas en la misma zona de influencia. La ampliación beneficiaría a 1700 hogares ubicados en las provincias de Cajamarca, San Pablo, San Marcos, y Celendín, en comunidades no atendidas en el Plan Nacional de Electrificación Rural del Ministerio de Energía y Minas, o en viviendas no atendidas en comunidades ya electrificadas con redes. Esta ampliación se llevó a cabo satisfactoriamente en 2013.

Se aprovechó esta fase de ampliación para diseñar una evaluación de impacto cuasi experimental que permitiera medir los efectos de la electrificación rural en el bienestar de las familias que han usado el panel durante más de dos años. Para hacer estas estimaciones se compararon a las familias que han usado los paneles con familias similares sin acceso a electricidad, comprometidas a participar en la ampliación del proyecto, y ubicadas en comunidades no intervenidas previamente.

Evaluación

Se usó el censo de población y vivienda de 2007 para identificar, dentro del listado de comunidades que serían intervenidas por AMP con el proyecto de expansión, las comunidades con características similares a las 31 comunidades intervenidas en 2010. Se entrevistaron a los hogares que fueron intervenidos en 2010 (tratados) y a los hogares que firmaron un acuerdo con AMP para ser intervenidos en 2013 y que estaban ubicados en las comunidades con características similares a las intervenidas previamente (controles). El proyecto preveía además ampliar la cobertura en comunidades ya intervenidas en 2010; estos hogares no fueron considerados para el análisis para evitar un sesgo de selección—estos jefes de hogares, por ejemplo, podrían ser más adverso al riesgo ya que decidieron participar luego de que sus vecinos habían probado el panel por más de dos años.

Se entrevistaron a los 600 hogares tratados en 2010 (se lograron ubicar 548 hogares) y a 781 hogares de los 1700 hogares que iban a ser tratados en 2013. Antes de realizar el análisis se hizo un emparejamiento basado en variables que se cree a priori no fueron afectadas por la intervención para asegurar que los hogares fuesen comparables⁴.

Resultados

La evaluación pudo confirmar que AMP dirige su programa a poblaciones pobres: 80,8% de los beneficiarios viven bajo la línea de pobreza general y 98,3% pueden ser considerados vulnerables—probabilidad de más de 10% de caer en la pobreza, equivalente a ingresos per cápita diarios menores a US\$10. Los hogares usan los paneles principalmente para alumbrado (100% de los hogares usan los paneles para iluminación). Un porcentaje bajo de los hogares usa los paneles, adicionalmente, para cargar sus teléfonos celulares (19%), para ver TV (5%) y para escuchar radio (4%)⁵.

A manera de ilustración, un radio pequeño usado 4 horas al día consume 0,12kWh al mes; tres bombillos compactos de luz fluorescente usados 5 horas al día, 4,95kWh al mes; y un cargador de batería para teléfono celular usado 1 hora diaria, 0,15kWh al mes para un total de 5,22kWh al mes. Añadir un televisor a color de 14" usado 2 horas al día consumiría 3kWh adicionales al mes para un total de 8,22kWh (los paneles generan de 7,2 a 11,5 kWh al mes)⁶.



El uso de los paneles para alumbrado ha permitido a los hogares beneficiarios reducir la compra de velas en promedio en 85% y la compra de baterías en 94%—las velas son la fuente preferida de iluminación pero estos hogares también usan baterías para operar linternas⁷. Aunque la

- 3 El consumo promedio per cápita en Perú fue de 1.248kWh en 2011 (World Bank, WDI). Esta cifra oscila entre 53kWh al mes para una vivienda típica del nivel socioeconómico E a 1.050kWh al mes para una vivienda típica del nivel socioeconómico A (Organismo Supervisor de la Inversión en Energía).
- 4 Variables como el número de personas miembros del hogar, características de la vivienda, edad y género del jefe de hogar, años de educación del jefe de hogar, si el hogar es beneficiario del programa JUNTOS, actividad económica del jefe de hogar, etc.
- 5 El bajo consumo también se observa en hogares similares conectados a la red. AMP ofreció duplicar la capacidad del sistema fotovoltaico pero la oferta fue rechazado por los clientes debido al incremento de la tarifa asociado.
- 6 Los cálculos se hicieron para un televisor de 50W de potencia eléctrica, un radio de 1W, un bombillo de 11W y un cargador de 5W.



reducción de gastos en velas y baterías es aparentemente baja (el equivalente a US\$2,5 en velas y US\$1,1 en baterías), representa una fracción no despreciable del ingreso per cápita mensual promedio de los beneficiarios (equivalente a US\$68) y es equivalente al pago mensual por los paneles solares. Dado que los hogares beneficiarios cuentan ahora con más horas de vigilia, pueden dedicar tiempo a otras actividades con el potencial de generar mayores ingresos o reducir gastos. Un ejemplo de esto es la recolección de leña. Todos los hogares en la muestra (tratados y controles) usan leña para cocinar, pero ahora los hogares con paneles compran menos leña y recolectan más reduciendo el gasto (aunque no el consumo) y ahorrando mensualmente alrededor US\$4,9 con respecto al grupo de control.

FIGURA 1: Porcentaje de hogares que compraron velas el mes pasado

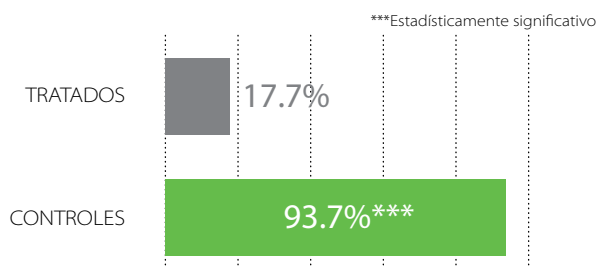
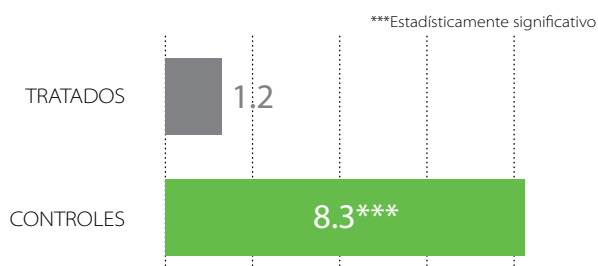


FIGURA 2: Gasto mensual en velas para alumbrado del hogar (Soles)



La evaluación permitió cuantificar el tiempo adicional que las personas en hogares con paneles solares pasan en vigilia: 25 minutos más en el caso de los hombres y 42 minutos más en el caso de las mujeres, en promedio, comparados con el grupo de control. Las mujeres dedican este

tiempo al cuidado de los niños (26 minutos más), a cocinar y preparar comidas (30 minutos más) y a lavar ropa (12 minutos más). Las personas, en general, dedican más tiempo al aseo personal (12 minutos más en el caso de hombres y 9 minutos más en el caso de mujeres). Es importante mencionar que la proporción de personas que realizan estas actividades no es diferente en los dos grupos. Gracias a los paneles solares una mayor proporción de mujeres en el grupo tratado teje prendas para los miembros de la familia (10 puntos porcentuales más) y además dedica más tiempo a tejer (11 minutos más).

Con respecto a actividades productivas, la proporción de hombres y mujeres que dedican tiempo a actividades productivas es la misma en ambos grupos (97% de hombres y 95% de mujeres económicamente activos); sin embargo, aunque el número de horas dedicado a estas actividades es el mismo para hombres en el grupo de tratados y en el grupo control, las mujeres con paneles solares dedican menos tiempo a actividades agrícolas (1 hora 2 minutos menos). Estas mujeres, sin embargo, se dedican en mayor proporción a negocios del hogar (2,9 puntos porcentuales más). Estos negocios incluyen bodegas, venta de prendas de vestir, la fabricación de frazadas y tejidos de punto, etc.

El efecto más interesante del programa es en niños en edad escolar. Aunque la proporción de niños matriculados que hace tareas escolares en ambos grupos es la misma, los niños en hogares con paneles solares pasan más tiempo haciendo tareas (8,8 minutos más, en promedio) y esto se ha traducido en más años de escolaridad para niños que atienden la escuela primaria y que han estado expuestos desde más pequeños y proporcionalmente por mayor tiempo al programa (0,4 años de escolaridad adicionales en 2 años y 9 meses de exposición promedio a los paneles). Esta diferencia en años de escolaridad no se aprecia en niños mayores pero se observa una mayor proporción de estos niños matriculados en la escuela secundaria (con respecto al grupo de control). Este resultado es particularmente interesante ya que estimaciones de los retornos económicos a la educación indican que por cada año adicional de escolaridad los ingresos aumentan entre 7% y 11%⁸.

El programa no ha tenido ningún efecto en la reducción de enfermedades respiratorias. Cualquier reducción de aire contaminado en el interior de la vivienda producto del uso de paneles solares es compensada por la contaminación causada por el uso de leña para cocinar. La evaluación no detecta reducción en la incidencia de quemaduras o acci-

⁷ Los hogares beneficiarios experimentaron una reducción en la compra de baterías para linternas pero no en la compra de baterías para radios. Comparados con el grupo de control, el consumo de baterías para radios es el mismo en ambos grupos.

⁸ Ver Psacharopoulos y Patrinos. "Returns to Investment in Education: A Further Update", World Bank Policy Research WP 2881, Septiembre 2002; y Duflo, "Schooling and Labor Market Consequences of School Construction in Indonesia: Evidence from an Unusual Policy Experiment" American Economic Review, 91(4): 795-813, Septiembre 2001.

dentes por el uso de velas. El programa tampoco parece tener efecto sobre la tasa de fertilidad, posiblemente porque la penetración de la televisión es todavía muy baja—solo 5% de los hogares con paneles solares usan la electricidad para ver TV. La hipótesis es que la frecuencia de relaciones sexuales se reduce al aumentar las horas de vigilia debido a la iluminación y al usar la TV como alternativa al sexo como forma de recreación, además del acceso a más información⁹.

El programa no parece tener ningún efecto en los ingresos per cápita o sobre los niveles de pobreza. Sin embargo, dado los resultados alentadores relacionados a la educación de los niños, es posible que el programa tenga un impacto en la habilidad de estos niños de generar mayores ingresos en el futuro.

Consideraciones de Política

AMP parece haber logrado el balance entre la viabilidad financiera de la empresa y su focalización en clientes de bajos recursos (80,8% de sus clientes son pobres). El trabajar coordinadamente con el gobierno peruano—y el haber obtenido la primera concesión eléctrica rural basada exclusivamente en sistemas de energía solar fotovoltaica—reduce la posibilidad de una expansión inesperada de la red eléctrica que ponga en peligro su base de clientes antes de recuperar la inversión en equipos. Esta coordinación reduce el riesgo del modelo de pago por servicios usado por AMP y le da viabilidad financiera al modelo. Dado que la evidencia sugiere que el incremento en cobertura viene principalmente del crecimiento extensivo de la red (extender la red a nuevas comunidades), más que del crecimiento intensivo (conectar a viviendas no conectadas en comunidades ya electrificadas), para que el modelo de pago por servicio sea viable es necesario contar con planes nacionales de expansión de la red eléctrica de largo plazo. En el caso de Perú, el Estado a través del Ministerio de Energía y Minas ha desarrollado un Plan Nacional de Electrificación Rural donde se identifican las áreas geográficas con potencial de implementar sistemas fotovoltaicos de uso doméstico o comunal, justamente por la imposibilidad o inconveniencia técnica y económica de conectar estas áreas a los grandes sistemas eléctricos (por ejemplo, poblaciones y viviendas dispersas de bajo poder adquisitivo y sin infraestructura vial). Estos planes, y el trabajo coordinado con el gobierno, facilitan la viabilidad financiera del modelo de pago por servicios sin poner en peligro la focalización en poblaciones de bajos recursos. Con respecto a los resultados del proyecto, aunque los hogares tienen la capacidad de conectar aparatos electrodomésticos de bajo consumo de energía, la evaluación indica que solo un pequeño porcentaje de los beneficiarios está usando



la energía disponible para conectar sus radios o cargar sus celulares. Los beneficios económicos y el bienestar de estos hogares aumentarían aún más si estos aprovecharan la energía proporcionada por los paneles más allá de su uso para iluminación (ahorro en baterías para radio, mayor acceso a información a través de radio y TV, etc.). Abordar el problema incrementaría los beneficios que ha traído la electricidad a estos hogares.

FONDO MULTILATERAL DE INVERSIONES

1300 New York Avenue, N.W., Washington, D.C. 20577

✉ mifcontact@iadb.org

f www.facebook.com/fominbid

t www.twitter.com/fominbid

⁹ "The Welfare Impact of Rural Electrification: A reassessment of the Costs and Benefits. An IEG Impact Evaluation." Banco Mundial Washington, 2008.

