

Programa de Electrificación Rural con Energía Renovable (BO-X1013/GRT/NV-14258-BO)

Informe de Terminación de Proyecto (PCR)

PRIMER BORRADOR

Equipo de Proyecto Original: Arturo Alarcón (ENE/CBO), Jefe de Equipo; Christiaan Gischler (INE/ENE), Jefe de Equipo Alterno; Emilio Sawada (ENE/CUR); Sergio Ballón (INE/ENE); Wilkferg Vanegas (INE/ENE); Raúl Jimenez (INE/ENE); Francisco Zegarra (CAN/CBO); Abel Cuba (FMP/CBO); Carolina Escudero (FMP/CBO); Javier Bedoya (LEG/SGO); Aimee Verdisco (EDU/CBO); Julia Johannsen (SPH/CBO), bajo la supervisión de Leandro F. Alves, Jefe de División (INE/ENE) y Baudouin Duquesne, Representante (CAN/CBO).

Equipo PCR: Sergio Ballón, Jefe de Equipo (ENE/CBO), Jefe de Equipo Alterno; Arturo Alarcón (ENE/CBR); Shirley Foronda (FMP/CBO); Patricia Toriz (FMP/CBO); Javier Jimenez (LEG/SGO); Roberth Langstroth (VPC/ESG); Carlos Aramayo (CAN/CBO); Ana Maria Macias (INE/ENE), bajo la supervisión de Ariel Yepez, Jefe de División (INE/ENE) y Alejandro Melandri, Representante (CAN/CBO).

Índice

Enlaces electrónicos.....	ii
Siglas y abreviaturas.....	iii
I. INFORMACIÓN BÁSICA DEL PROYECTO	iv
II. INTRODUCCIÓN.....	1
III. CRITERIOS CENTRALES. RENDIMIENTO DEL PROYECTO	1
A. Relevancia	1
1. Alineación con las necesidades de desarrollo del país	1
2. Alineación estratégica.....	4
3. Relevancia del diseño.....	5
Tabla 1. Matriz de Resultados (aprobación , 60 días después de alcanzar la elegibilidad y al terminar el proyecto)	10
B. Eficacia	12
1. Declaración de objetivos de desarrollo del programa.....	12
2. Resultados logrados	12
3. Análisis contrafactual	17
4. Resultados imprevistos.....	19
C. Eficiencia.....	19
D. Sostenibilidad.....	23
1. Aspectos generales de sostenibilidad	23
IV. CRITERIOS NO CENTRALES.....	25
A. Desempeño del Banco	25
B. Desempeño del Organismo Ejecutor	25
V. Conclusiones y lecciones aprendidas	25
VI. Hallazgos y recomendaciones	26
A. Dimensiones 1 a 3	26

Enlaces Electrónicos

1. [Resumen de la Matriz de Efectividad del Desarrollo \(DEM\).](#)
2. [Versión final del Informe de terminación del progreso \(PMR\).](#)
3. [Lista de verificación PCR.](#)

Enlaces electrónicos opcionales

1. [Informe de análisis de costos ex post.](#)
2. [Informe de evaluación de impacto.](#)
3. [Actas del Taller de Cierre del proyecto y/o comentarios por escrito del Gobierno.](#)

Siglas y Abreviaturas

AE	Autoridad de Fiscalización y Control Social de Electricidad
ANH	Agencia Nacional de Hidrocarburos
BID	Banco Interamericano de Desarrollo
CNDC	Comité Nacional de Despacho de Carga
CPE	Constitución Política del Estado
DS	Decreto Supremo
ENDE	Empresa Nacional de Electricidad
ER	Electrificación Rural
FND	Nordic Development Fund (Fondo Nórdico de Desarrollo)
FOE	Fondo para Operaciones Especiales
FU	Dólares de EEUU de la Facilidad Unimonetaria
GdeB	Gobierno de Bolivia
GIZ	Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit
GLP	Gas licuado de petróleo
GRP	Gestión Riesgo de Proyectos
GW	Gigavatio
INE	Instituto Nacional de Estadística
ITP	Informe de Terminación de Proyecto
Km	Kilómetro
KW	Kilovatio
KWh	Kilovatio-hora
MAE	Máxima Autoridad Ejecutiva (Ministro)
MEH	Ministerio de Energía e Hidrocarburos
MEM	Mercado Eléctrico Mayorista
MEN	Ministerio de Energías
OE	Organismo Ejecutor
OMA	Contrato de Operación y Mantenimiento
PDG	Plan de Desarrollo del Gobierno
PER	Programa de Electrificación Rural
PEVD	Programa de Electricidad para Vivir con Dignidad
PMR	Progress Monitoring Report, Reporte de Monitoreo de Progreso
POA	Plan Operativo Anual
PSG	Project Specific Grant (Financiamiento No Reembolsable para Proyectos Específicos)
ROP	Reglamento Operativo del Proyecto
SA	Sistemas Aislados
SEPA	Seguimiento de Planes de Adquisiciones
SFV	Sistemas Fotovoltaicos
SIAP-BID	Sistema Integrado de Administración de Proyectos del BID
SIGMA	Sistema Integrado de Administración y Modernización Administración
SIN	Sistema Interconectado Nacional
STI	Sistema Troncal de Interconexión
STS	Sistemas Termo Solares
TIRS	Tasa Interna de Retorno Socioeconómica
UE	Unidad Ejecutora
VAD	Valor Agregado de Distribución
VANS	Valor Actual Neto Socioeconómico
VMEEA	Viceministerio de Electricidad y Energías Alternativas
VIPFE	Viceministerio de Inversión Pública y Financiamiento Externo

Información básica del proyecto

^BO-X1013 Program for Rural Electrification with Renewable Energy

Country Beneficiary Bolivia	Lending Instrument Not Available	Borrower Not Available	Loan(s) GRT/NV-14258-BO	Sector Energy	Sub-Sector Energy Efficiency And Renewable Energy In End Use
Date of Board Approval Dec 18, 2013	Date of Eligibility for First Disbursement Mar 02, 2015	Date of Closure (CO) Dec 18, 2019	Loan Amount - Original 5,365,200.00	Loan Amount - Current 5,504,479,000.00	Pari Passu
Total Project Cost 5,504,480.00	Months In Execution from Approval 72	Months In Execution from First Disbursement 57	Original Date of Final Disbursement Apr 22, 2018	Actual Date of Final Disbursement Aug 31, 2019	Cumulative Extension(Months)

^Ratings of project Performance in PMRs



Has This Project Received Funds from another Project?

☐ Yes ☒ No

Has This Project Sent Funds to Another Project?

☐ Yes ☒ No

Development Effectiveness Classification

No	PMR Date	PMR Stage	Classification	Actual Disbursements
1	May 05, 2017	Second period Jan-Dec 2016	Satisfactory	837,250.00
2	Apr 23, 2018	Second period Jan-Dec 2017	Satisfactory	4,332,500.00
3	May 05, 2019	Second period Jan-Dec 2018	Satisfactory	4,550,000.00

Bank Staff

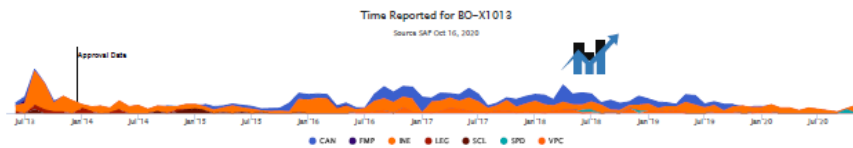


Positions	At PCR Dec 18, 2019	At Approval Dec 18, 2013
Vice-President VPS	Rodriguez-Ortiz,Ana	Levy,Santiago
Vice-President VPC	Rosa, Alexandre	Vellutini,Roberto
Country Manager	de la Cruz,Rafael (CAN/CAN)	Alvarez,Carola (CAN/CAN)
Sector Manager	Aguerre,Jose Agustin (INE/INE)	Rosa,Alexandre Meira (INE/INE)
Division Chief	Yepez-Garcia,Rigoberto Ariel (INE/ENE)	Alves,Leandro Feliciano (INE/ENE)
Country Rep	Melandri,Alejandro (CAN/CBO)	Duquesne,Baudouin (CAN/CBO)
Project Team Leader	Ballon Lopez,Sergio Enrique (ENE/CBO)	Alarcon Rodriguez,Arturo Daniel (ENE/CBO)
PCR Team Leader		

Staff Time and Cost



Time



II. INTRODUCCIÓN

El sistema eléctrico boliviano está compuesto por el Sistema Interconectado Nacional (SIN) y los Sistemas Aislados (SA). Al momento de la preparación y aprobación de esta operación la capacidad de generación instalada en el SIN era de 1.450 Megavatios (MW), con una demanda máxima de 1.103 MW (2012). La provisión de energía en el SIN provenía en un 33% de centrales hidroeléctricas y 67% de centrales termoeléctricas, principalmente a gas natural (GN). Los SA proveen energía a poblaciones que no se encuentran conectadas al SIN, cerca de 200.000 usuarios, y contaban con una capacidad instalada de 236 MW, de los cuales 55 MW eran a base de diésel y cubrían la demanda de alrededor de 58.000 usuarios. Estos SA estaban ubicados en el norte y este del país, donde se concentraba la mayor parte de los usuarios (58%) especialmente en el departamento de Beni. Con relación a la cobertura del servicio eléctrico, la cobertura urbana era de 91% y en las áreas rurales de un 53%, incluyendo las poblaciones suministradas por SA (2012)¹.

En este contexto se planteó la presente operación no reembolsable (BO-X1013) por US\$5,3 millones que tenía como objetivo general apoyar el desarrollo y uso de energía sostenible en Bolivia para incrementar el uso de energías alternativas, reducir el consumo de combustibles fósiles, promocionar usos sociales de la energía y promover el ahorro a las familias rurales en el uso de energía para iluminación. La operación se estructuró con tres Componentes: el Componente I, se planteó para apoyar el desarrollo y financiamiento de sistemas híbridos (combinación de generación térmica convencional y fuentes renovables); el Componente II, para apoyar el desarrollo de sistemas solares individuales por edificio, y el Componente III, para supervisión, monitoreo y supervisión.

Como se podrá apreciar a lo largo de este documento, con la ejecución del Programa se alcanzaron los objetivos específicos, de desplazar generación electricidad basada en combustibles fósiles, identificar soluciones para instalar sistemas de generación a través de fuentes alternativas renovables, promover la energía renovable a través de la provisión de servicios a escuelas y centros de salud, y difundir los resultados del Programa.

III. CRITERIOS CENTRALES. RENDIMIENTO DEL PROYECTO

A. Relevancia

1. Alineación con las necesidades de desarrollo del país

La Constitución Política del Estado Plurinacional de Bolivia (CPE) en su Artículo 20 establece el derecho al acceso universal y equitativo a los servicios básicos, incluyendo el servicio de electricidad. No obstante, en Bolivia al momento de preparación de esta operación eran muchas las poblaciones que no contaban con servicio eléctrico en el área rural, afectando la calidad de vida y la disponibilidad de servicios de salud y educación. La falta de electricidad era el principal factor que determinaba la ausencia de suministro de energía térmica (agua caliente, calefacción) a las postas de salud, escuelas y hogares rurales aislados. Esto limitaba la atención higiénica y adecuada de partos, lo cual incidía en la mortalidad materna y neonatal. Algunas comunidades rurales se proveían de agua caliente a través de garrafas de Gas Licuado de Petróleo (GLP), las cuales son transportadas desde los centros de producción y podían llegar a costar hasta cinco veces más que su costo de mercado. Adicionalmente, el índice de pobreza moderada en el área

¹ <https://sawi.ae.gob.bo/docfly/app/webroot/uploads/IMG-ANUARIO-rloza-2013-07-23-ANUARIOAE2012.pdf>.

rural del Altiplano era de 77,8% y 48,7% en el área de los llanos (al cual el Departamento de Beni pertenece), mientras que el índice de pobreza extrema era de 58,6% y el índice de pobreza moderada era de 26,0% respectivamente.²

En consecuencia, al estructurarse esta operación se planteó la necesidad de promover acciones orientadas a expandir la cobertura del servicio eléctrico en áreas no conectadas a la red, aprovechando el potencial del país en las fuentes de energías renovables.

El Plan Nacional de Desarrollo (PND) aprobado mediante Decreto Supremo No. 29272/2007, en su pilar Bolivia Productiva planteaba la necesidad de: (i) desarrollar la infraestructura de generación y transmisión para cubrir la demanda de electricidad; y (ii) desarrollar fuentes de energías renovables que garanticen la independencia energética. Según datos disponibles en el 2012, se estimaba que existían cerca de 420.000 hogares sin electricidad y cerca de 20.000 establecimientos públicos (postas de salud, escuelas y otros) que carecían de suministro de energía en forma adecuada.

En 2008 el Gobierno de Bolivia aprobó el Programa de Electricidad para Vivir con Dignidad (PEVD), cuyo objetivo era lograr el acceso universal al servicio de electricidad en las áreas urbanas para el 2015 y en las áreas rurales para el 2025, considerando diversas alternativas tecnológicas, incluyendo Sistemas Fotovoltaicos (SFV) y otras fuentes. Bajo el PEVD, los proyectos se identificaban de una manera participativa en la que las comunidades rurales expresan su demanda a los municipios y gobernaciones, los cuales eran canalizados al Viceministerio de Electricidad y Energías Alternativas (VMEEA).

Relevancia de la operación al momento del diseño. Esta operación se enfoca principalmente en el uso de las fuentes renovables de energía para extender la cobertura eléctrica en las zonas rurales. De acuerdo con los datos del Censo Nacional de Población y Vivienda del Instituto Nacional de Estadística (INE), Bolivia en 2012 tenía una población de 10.059.856 habitantes, con 3.270.894 personas en el área rural (32,5%)³. La población rural tenía elevados niveles de pobreza y escaso acceso a la provisión de servicios básicos. Como fue mencionado anteriormente, la cobertura del servicio eléctrico en el área rural se estimaba en 53% en 2012, lo que significaba que considerando un tamaño medio del hogar de 3,6 personas⁴, más de 420.000 hogares no contaban con acceso a la electricidad. Por otra parte, la pobreza extrema se estimaba en 21,8% y la pobreza moderada en 39,1%⁵.

La relación entre la falta de acceso a la electricidad y los altos niveles de pobreza es directa. Las familias que no cuentan con electricidad cubren sus necesidades energéticas con pilas (para linternas y radios) y velas (iluminación), soluciones de alto costo relativo para el segmento de bajos ingresos. La falta de energía restringe las actividades creativas y académicas, lo cual incide negativamente en el desarrollo cognitivo y el rendimiento escolar. Asimismo, la falta de electricidad incide en la calidad de servicios de salud y educación, especialmente en la disponibilidad de vacunas que requieren refrigeración e impide la atención de la salud en horas de la noche. Todo esto evidencia la relevancia que tenía este tema al momento de estructurarse la operación.

² Fuente: Unidad de Análisis de Políticas Sociales y Económicas-Bolivia (UDAPE-2009).

³ https://bolivia.unfpa.org/sites/default/files/pub-pdf/Caracteristicas_de_Poblacion_2012.pdf.

⁴ <https://www.ine.gob.bo/index.php/prensa/notas-de-prensa/item/547-45-5-de-hogares-en-bolivia-son-de-tipologia-nuclear-completa>.

⁵ <https://www.ine.gob.bo/index.php/prensa/notas-de-prensa/item/194-cepal-ratifica-reduccion-de-indicadores-de-pobreza-y-pobreza-extrema-en-bolivia>.

Las principales razones de la baja cobertura eléctrica rural eran: (i) la distancia a los centros de generación y el costo de conexión a la red eléctrica; y (ii) la dispersión y baja densidad de las poblaciones rurales. Mientras más alejada está una población de la red eléctrica, mayor es la inversión necesaria para conectarla, por lo que se deben analizar alternativas más económicas de suministro eléctrico. La generación en base a diésel o gasolina ha sido considerada tradicionalmente como la alternativa natural para el suministro eléctrico en pequeña escala especialmente cuando no existen recursos hidroeléctricos o una red de gas natural disponibles en la zona. No obstante, estudios realizados estimaron que unos 200.000 hogares rurales podrían ser atendidos solo mediante la utilización de energías renovables descentralizadas, en particular con sistemas fotovoltaicos⁶.

En cuanto al potencial de fuentes renovables no convencionales, el 97% del territorio boliviano es apto para el aprovechamiento de la energía solar, con niveles de radiación promedio que permiten su uso a lo largo de todo el año (la radiación entre la época de verano e invierno no tiene diferencias mayores al 25%). Las zonas del altiplano y valles reciben una alta tasa de radiación solar, entre 5 y 6 kilovatios hora por metro cuadrado por día (kWh/m²-día), y la zona de los llanos entre 4,5 y 5 kWh/ m²-día. Esto se debe a la latitud de Bolivia y a la altitud sobre el nivel del mar del altiplano.

La población no interconectada al SIN atendida a través de SA requerían aproximadamente 30 millones de litros de diésel por año para su funcionamiento. Por otra parte, en muchos casos, la energía en los SA no se suministraba las 24 horas del día, y se limitaba sólo a algunas horas (generalmente periodo entre las 18 y 23 horas), lo que restringía las actividades productivas y otros usos, como en educación y salud. Teniendo en cuenta la tendencia a la reducción de los costos de inversión de las tecnologías de energía renovable se identificó la oportunidad de implementar y demostrar la sostenibilidad de generación con fuentes renovables de energía que contribuyeran a disminuir el consumo de combustibles fósiles en los SA, garantizando la calidad y continuidad del servicio y disminuyendo el costo de la subvención para el Estado⁷.

Los factores claves de la falta de desarrollo y expansión de pequeños sistemas de energía renovable en el país eran: (i) el alto costo comparativo de la inversión de los sistemas renovables, en relación a los sistemas de combustibles fósiles (de 3 a 10 veces más, dependiendo del tamaño del sistema); (ii) el poco conocimiento y difusión de algunas de las tecnologías renovables; (iii) la falta de esquemas de gestión para garantizar la sostenibilidad de los sistemas; (iv) la falta de promoción de usos productivos y sociales de la electricidad subministrada por los sistemas solares; y (v) la necesidad de desarrollo del marco legal para los pequeños sistemas. Asimismo, los subsidios a la generación termoeléctrica en los SA distorsionaban la competitividad, e impedían el ingreso de sistemas de energía renovable, que en algunos casos eran competitivos con el costo real de generación. Esta situación planteaba la necesidad de demostrar la viabilidad

⁶ Rol e Impacto socioeconómico de las energías renovables en Bolivia", Miguel Fernández, Centro de Estudios para el Desarrollo Laboral y Agrario, 2010.

⁷ El diésel para la generación en los SA es importado y administrado por Yacimientos Petrolíferos Fiscales Bolivianos (YPFB) y era provisto a los operadores a un precio de 0,16 dólares por litro (US\$/litro). El costo de mercado para la importación de diésel estaba por encima de 1,30 US\$/litro. A pesar del subsidio al combustible, los SA tienen tarifas eléctricas de 0,14 dólares por kilovatio-hora (US\$/kWh) en promedio, y en algunos cercana a 0,30 US\$/kWh, comparados con 0,08 US\$/kWh para el SIN. Una excepción es el caso de la Cooperativa Rural de Electrificación (CRE) que cuenta con una tarifa equiparable a la urbana (0,08 US\$/kWh) y con calidad de servicio adecuada a la normativa, ya que se realiza un subsidio cruzado entre las concesiones urbanas de la CRE y los SA que administra.

de la generación con fuentes renovables, tanto en regiones sin servicio eléctrico como en los SA⁸.

Relevancia con respecto a la problemática actual.

En las zonas urbanas, el país ha avanzado con la electrificación pasando de una cobertura de 91% en 2012 a 99% en 2019. En las zonas rurales también se registraron avances, pasando de 53% en 2012 a 90% en 2019. Sin embargo, este valor continúa siendo bajo en comparación con otros países de la región, por lo cual se mantiene la necesidad de continuar avanzando con los proyectos de electrificación rural aprovechando la disponibilidad de fuentes renovables no convencionales tales como la energía solar. De hecho, bajo el PEVD que sigue vigente en la actualidad se está continuando con el esfuerzo en ese sentido. En ese marco, esta operación ha estado claramente alineada con las necesidades al momento de su aprobación y continúa siendo consistente con las necesidades actuales de las zonas rurales del país que aún no cuentan con acceso a la electricidad⁹. El Programa es consistente con las políticas más recientes promovidas por el Plan de Desarrollo Económico y Social – PDES (2016-2020) del Gobierno de Bolivia.

Con el logro de las metas establecidas en el Programa, medidas a través de los indicadores de resultados establecidos, el fortalecimiento de la capacidad de diseño de proyectos y los estudios elaborados, se confirma la relevancia de la operación como instrumento para contribuir a los objetivos estratégicos del país en el sector eléctrico y su aporte al crecimiento económico y social.

2. Alineación estratégica

La Estrategia del Banco con Bolivia 2011-2015 (GN-2631-1) priorizó las inversiones que permitan incrementar la capacidad de generación de energía eléctrica y ampliar la cobertura eléctrica, especialmente en las zonas rurales. El Plan de Electrificación Rural con Energías Renovables (PERER) ha sido consistente con estos lineamientos ya que contribuyó a incrementar la cobertura y suministro de energía sostenible en zonas rurales, y a disminuir el uso de combustibles fósiles.

La Estrategia del Banco con el País para 2016-2020 (GN-2843) también estuvo alineada con el Programa al ser consistente con el objetivo estratégico de mejorar la provisión de servicios públicos de calidad, al incrementar la cobertura de electrificación rural, permitiendo reducir el consumo de diésel para la generación eléctrica y las emisiones de CO₂ asociadas, contribuyendo así a las políticas promovidas por el Plan de Desarrollo Económico y Social – PDES (2016-2020) del Gobierno de Bolivia.

El Programa fue consistente con los objetivos del GCI-9 de apoyar a países pequeños y vulnerables y de contribuir a la mitigación y adaptación al cambio climático, ya que permitió incrementar la generación de energía renovable, y apoyó la reducción de emisiones de carbono. Asimismo, el Programa apoyó la reducción de la pobreza, ya que se focalizó en la provisión de energía en zonas de Bolivia con elevados índices de pobreza extrema y moderada.

⁸ De acuerdo con la normativa vigente, dentro de los SA las empresas y/o cooperativas pueden estar integradas verticalmente y realizar las tareas de generación y distribución. En el caso de los SA integrados verticalmente, el operador requiere estar registrado en la AE, y las tarifas se definen según lo establecido para las empresas de distribución. Los SA menores a 500 kilovatios (kW) no requieren de una licencia. El diésel para la generación en los SA es suministrado por el Estado a las cooperativas que los operan.

⁹ Se estiman que el 90% de los hogares rurales sin electricidad podrían conectarse a la red y un 10% se podrían cubrir mediante fuentes alternativas de energía, [Plan Eléctrico Bolivia 2025](#), pag.48.

El Programa se alineó también con el área transversal de cambio climático y sostenibilidad ambiental, al reducir las emisiones de CO₂ en la generación eléctrica de los SA. Adicionalmente, el Programa también está alineado con el Marco de Resultados Corporativos (CRF) 2016-2019 (GN-2727-6) a través de los indicadores de reducción de emisiones, y generación proveniente de fuentes de energía renovable.

El Programa ha sido consistente con la Actualización de la Estrategia Institucional del Banco (2016-2019) (AB-3008) y a su marco de resultados especialmente en lo relacionado con el cambio climático ya que las intervenciones del Programa contribuyen a reducir el nivel de emisiones del parque térmico de generación.

En base a lo descrito anteriormente, se concluye que el PERER se alineó con los objetivos de desarrollo, con las necesidades del país y las estrategias del BID, ya que con este Programa se incrementó el número de familias con accesos a la electricidad con generación en base a energías renovables y el uso de estas, para fines sociales como salud y educación; se disminuyó la generación a diésel y su costo respectivo con la utilización de energía renovable y se disminuyó el gasto de los usuarios por concepto de energía. En la actualidad (2019 en adelante) el tema continúa siendo relevante dado que las conexiones del servicio eléctrico a los hogares se siguen incrementando en los departamentos donde se intervino con el Programa.

3. Relevancia del diseño

La presente operación se planteó en el marco del Programa de Electrificación Rural con Energías Renovables (PERER), que es parte del Programa de Electrificación Rural ejecutado en el marco del PEVD.

De acuerdo a la Propuesta para Financiamiento No Reembolsable de Inversión, el objetivo general del Programa fue *“apoyar el desarrollo y uso de energía sostenible en Bolivia, contribuyendo a: (i) incrementar el uso de las energías alternativas y la diversificación de la matriz de generación; (ii) la reducción del consumo de combustibles fósiles y su costo para el Estado; (iii) promocionar usos sociales de las energías alternativas en el área rural; y (iv) promover ahorros a familias rurales en el uso de energía para iluminación”*.

De acuerdo a la Propuesta, los **objetivos específicos** del Programa fueron: *“(i) desplazar la generación de electricidad basada en combustibles fósiles en Sistemas Aislados (SA) en el departamento del Beni, mediante suministro, instalación y puesta en marcha de por lo menos tres sistemas de generación utilizando energía renovable (300 kW); (ii) apoyar a identificar soluciones para instalar sistemas de generación a través de fuentes renovables en SA, mediante el financiamiento de ocho estudios de diseño final; (iii) promover la energía renovable a través de la provisión de servicios básicos de energía a escuelas y centros de salud en áreas rurales mediante la financiación de 375 sistemas de sistemas fotovoltaicos (90 kW), 300 sistemas termo solares (STS) calentadores de agua y 3.000 sistemas pico fotovoltaicos; y (iv) difundir los resultados del Programa, a fin de incentivar el uso de energías renovables mediante cuatro talleres”*.

Importancia de las Fuentes Renovables vinculados a Electrificación Rural. Entre la abundante literatura que existe en materia de fuentes renovables y electrificación rural se pueden mencionar los siguientes: Rodríguez-Gámez, M., Vázquez-Pérez, A., Vélez-Quiroz, A.M., y Saltos- Arauz, W.M. (2018). Mejora de la calidad de la energía con sistemas fotovoltaicos en las zonas rurales. Revista Científica, (<https://doi.org/10.14483/23448350.13104>) que expone un análisis vinculado a una de las alternativas energéticas sostenibles que en la actualidad se está

adoptando con éxito a nivel mundial con el fin de lograr el mejoramiento de la calidad del servicio eléctrico, ahorrar recursos naturales, reducir las pérdidas y contribuir en la disminución de las emisiones de CO₂ a la atmósfera.

La transición hacia un sistema energético basado en tecnologías renovables hoy en día es prácticamente un axioma mencionar cuán importante es. La energía renovable es la solución clave y la herramienta de acción más práctica para combatir el cambio climático. Con una rápida adopción de las renovables, las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) podrían llegar a ser menores a un 70% de los niveles actuales, según el análisis de la Agencia Internacional de Energías Renovables (IRENA)¹⁰.

Además de alcanzar la estabilidad climática, la transición hacia las renovables ofrece beneficios socioeconómicos a largo plazo y representa un pilar del desarrollo sostenible.

Por otro lado, el vínculo entre pobreza y bienestar y el acceso a la electricidad es reconocido ampliamente. Por ejemplo, una evaluación de impacto realizada en Etiopía concluye que el acceso de la electricidad tiene un efecto significativo sobre la probabilidad de los hogares de convertirse en no pobres. Khandker et al (2013) concluye que la electrificación puede elevar los ingresos y gastos de los hogares hasta en un 28% y 23% respectivamente¹¹. En otro trabajo, Barron y Torero (2014) encuentran que los adultos hombres reducen tiempo dedicado al ocio y el trabajo agrícola, al tiempo que aumenta su dedicación a otras actividades laborales, lo que se refleja en mayores ingresos¹². Dynkelman (2010), concluye que la electrificación incrementó la tasa de empleo de las mujeres en 9,5%, en un periodo de 5 años en Sudáfrica¹³.

Análisis de los Objetivos Específicos del Programa: Siguiendo las Nuevas Guías de Informe de Terminación de Proyecto (PCR) 2020 (Documento OP-1696-5), la evaluación del PCR se debe llevar a cabo en relación con los objetivos específicos y sus indicadores de resultados asociados. Sin embargo, al analizar el texto de la Propuesta, el planteamiento del Objetivo General y los objetivos específicos en sus términos originales podría generar alguna confusión ya que los puntos correspondientes a los Objetivos Específicos enunciados en la Propuesta, por su contenido y naturaleza parecen estar más orientados a “productos” que a objetivos específicos¹⁴.

Las guías señalan que cuando los objetivos específicos no fueron aprobados con las métricas adecuadas en términos de resultados, se debe buscar reconstruir una medida para dichos objetivos que permita asociar los productos con los resultados y a estos dos con el logro de los objetivos específicos. En ese marco, se consideró conveniente tomar los cuatro puntos planteados en el Objetivo General y considerarlos como Objetivos Específicos: (i) incrementar el uso de las energías alternativas y la diversificación de la matriz de generación; (ii) la reducción del consumo de combustibles fósiles y su costo para el Estado; (iii) promocionar usos sociales de las energías alternativas en el área rural; y (iv) promover ahorros a familias rurales en el uso de energía para iluminación. Este planteo permite establecer una “teoría de cambio” más

¹⁰ IRENA <https://www.irena.org/publications/2019/Jul/Personas-Planeta-y-Prosperidad>.

¹¹ Shahidur R. Khandker, Douglas F. Barnes, [Welfare Impacts of Rural Electrification: A Panel Data Analysis from Vietnam](#), Economic Development and Cultural Change.

¹² Barron, Manuel & Torero, Maximo, 2014. "[Electrification and Time Allocation: Experimental Evidence from Northern El Salvador](#)," MPRA Paper 63782, University Library of Munich, Germany.

¹³ [The Effects of Rural Electrification on Employment: New Evidence from South Africa](#), Taryn Dinkelman, Princeton University, 2010.

¹⁴ Los Objetivos Específicos tal como se enuncia en la Propuesta incluye tres sistemas de generación, ocho estudios, 375 sistemas fotovoltaicos, 300 sistemas termo solares, 3.000 pico sistemas fotovoltaicos y cuatro talleres de difusión.

adecuada y analizar el cumplimiento de la operación a través de los indicadores de resultados que se habían planteado originalmente¹⁵.

LOGICA VERTICAL: El diseño del Programa contempló la ejecución de los siguientes tres Componentes:

Componente I: Sistemas Híbridos. (i) Financiamiento de estudios de diseño de hasta ocho sistemas de generación eléctrica renovable, determinando la fuente de energía de acuerdo con el potencial del sitio; y (ii) suministro, instalación y puesta en marcha de generadores con fuente renovable de hasta 100 kW cada uno en el departamento del Beni.

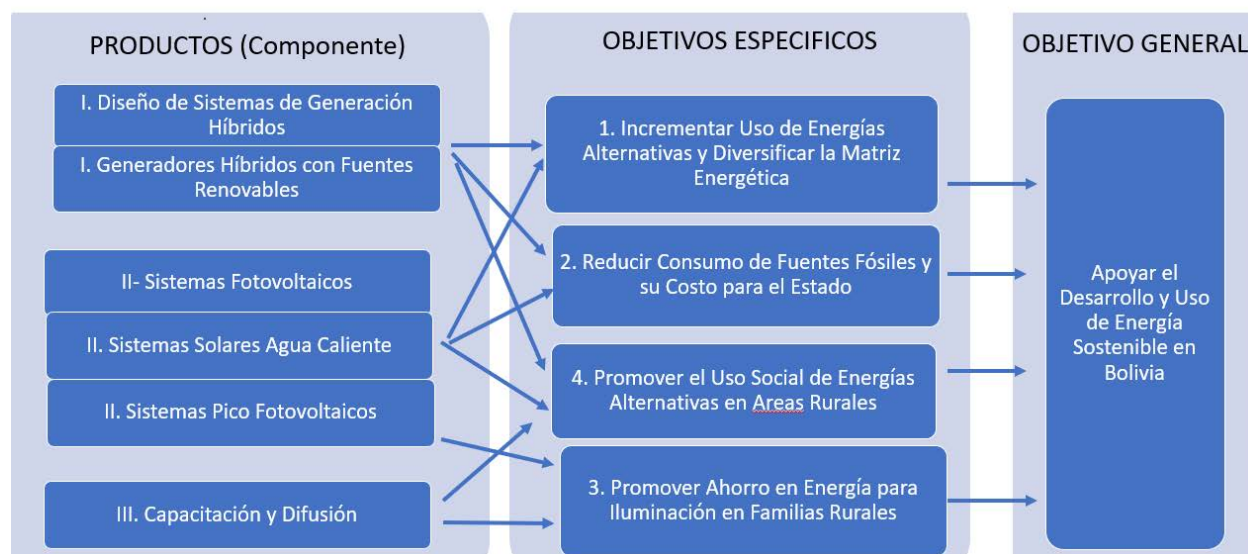
Componente II: Sistemas Solares. (i) Suministro, instalación y puesta en marcha de sistemas para proveer de electricidad y agua caliente a 300 escuelas y 75 postas de salud en áreas rurales, utilizando SFV (90 kW) y 300 STS de calentamiento de agua; (ii) provisión de 3.000 sistemas pico fotovoltaicos que incluyan linternas portátiles de tecnología *Light-Emitting Diode* (LED), para el beneficio de hogares en áreas rurales.

Componente III: Supervisión, Monitoreo y Difusión. Apoyo a la capacitación y difusión, a través de cuatro talleres, para promover el uso de energías renovables para Bolivia, y de presupuesto para financiar la supervisión y monitoreo, análisis socioeconómico ex-post y auditoría financiera del Programa.

Los productos de los Componentes se vinculan con los cuatro Objetivos Específicos y el Objetivo General de la manera que se ilustra en el siguiente gráfico:

¹⁵ La Teoría de Cambio es una metodología de diseño de proyectos que se utiliza para explicar cómo y por qué las actividades de un proyecto van a dar lugar a los cambios deseados. Proporciona una hoja de ruta para el cambio, basada en una evaluación del entorno en el que está trabajando.

Gráfico 1: Lógica Vertical del Programa



Objetivo Específico 1: Incrementar el uso de las energías alternativas y diversificar la matriz de generación.

El Componente I de Sistemas Híbridos contemplaba el financiamiento de estudios de diseño de hasta ocho sistemas de generación eléctrica renovable, determinando la fuente de energía en función del potencial de cada sitio. Estos estudios iban a servir de base para identificar los proyectos híbridos con fuentes renovables en el Departamento del Beni.

El Componente II de Sistemas Solares contemplaba el suministro, instalación y puesta en marcha de sistemas para proveer de electricidad y agua caliente en escuelas y postas de salud en áreas rurales, utilizando paneles solares fotovoltaicos y sistemas termo solares de calentamiento. Asimismo, este Componente tenía previsto proveer sistemas pico fotovoltaicos incluyendo linternas portátiles de tecnología LED para iluminación de los hogares.

Los productos de ambos componentes contribuyen al Objetivo Específico 1 ya que incrementan el uso de energía solar, contribuyendo de esta forma a diversificar la matriz energética en los SA aumentando el uso de energía renovable y reduciendo el uso de energía térmica con base a diésel.

Los resultados para este Objetivo Específico 1 se reflejan en los siguientes indicadores que fueron incluidos en la Matriz de Resultados: (i) Número de beneficiarios en sistemas aislados en el Beni con provisión de energía alternativa; (ii) Energía generada en sistemas aislados en el Beni en base a energías alternativas; y (iii) porcentaje de la energía generada en sistemas aislados en el Beni en base a energías alternativas.

Objetivo Específico 2: Reducir consumo de combustibles fósiles y su costo para el Estado.

Del mismo modo que en el caso anterior, para este Objetivo Específico los productos del Componente I (generadores híbridos) y Componente II (generadores fotovoltaicos, sistemas

termo solares y pico fotovoltaicos), al incrementar el uso de la energía solar, contribuyen a reducir el uso de los generadores con fuentes fósiles (diésel), combustible que es subsidiado por el Estado, lo cual significa también la reducción de los costos de generación para el Estado.

Los resultados para este Objetivo Específico 2 se reflejan en los siguientes indicadores: (i) Litros de diésel desplazados por energía alternativa en los Sistemas Aislados del Beni; (ii) Costo equivalente del diésel ahorrado por el Estado; y (iii) Toneladas equivalentes de emisiones de CO₂ evitadas con el uso de energía alternativas.

Objetivo Específico 3: Promover ahorros a familias rurales en el uso de energía para iluminación.

La generación con sistemas híbridos (Componente I) y con sistemas fotovoltaicos (Componente II) al proveer energía confiable y eficiente, y a toda hora del día contribuyen a reducir el costo de la iluminación de las familias. En especial, los sistemas pico fotovoltaicos (Componente II) son lo que más contribuyen a la reducción del gasto en iluminación en las familias rurales sustituyendo el uso de pilas, lámparas a combustible líquido y otras fuentes de iluminación de alto costo.

Los resultados para este Objetivo Específico 3 se reflejan en el siguiente indicador: (i) Gasto de las familias beneficiarias en energéticos para iluminación disminuido.

Objetivo Específico 4: Promocionar usos sociales de las energías alternativas en el área rural.

Las actividades del Componente III que incluye acciones de capacitación y actividades de difusión de los resultados obtenidos con la ejecución del Programa a través de talleres y eventos contribuyen a promocionar el uso de energías renovables en las áreas rurales del país. Asimismo, la difusión de los proyectos completados en el Componente I y Componente II contribuyen a la promoción del uso de las energías alternativas.

Los resultados para este Objetivo Específico 4 se reflejan en los siguientes indicadores: (i) Número de edificios públicos en áreas rurales con energías alternativas aplicadas en usos sociales; y (ii) Energía generada en edificios públicos en base a energías alternativas tanto fotovoltaica como termo solar (tanques de agua caliente por radiación solar) y usada con fines de educación o salud.

Matriz de Resultados. Los indicadores de la Matriz de Resultados no tuvieron cambios en el transcurso de los años de ejecución del Programa. A nivel de productos se registraron algunos ajustes como se explica más adelante.

A continuación, en la Tabla 1 se muestra la Matriz de Resultados con las Líneas de Base, Meta y sus respectivas unidades de medición, al momento de la aprobación del Programa, al arranque de la ejecución y a la terminación del Programa¹⁶. Con base a lo expuesto, se considera que la calificación de la sección de Relevancia de este PCR es **Satisfactorio**.

¹⁶ Los valores alcanzados como resultado de la ejecución del Programa se muestran más adelante en el capítulo de Resultados Alcanzados.

Tabla 1. Matriz de Resultados (aprobación, arranque y al terminar el proyecto)

	En aprobación			Arranque			Al terminar el proyecto (PCR)			Comentarios
Impacto	Unidad	Base 2013	Meta (2023)	Unidad	Base 2013	Meta (2023)	Unidad	Base 2014	Meta 2019	
Objetivo General: Apoyar el desarrollo y uso de energía sostenible en Bolivia										
I.1 Número de sistemas aislados con generación diésel que instalan generación renovable	Sistemas	0	3	Sistemas	0	2	Sistemas	0	2	La meta fue modificada durante la ejecución.
I.2 Número de postas de salud beneficiarias con servicios de refrigeración de vacunas, y atención nocturna.	Postas de Salud	0	75	Postas de Salud	0	75	Postas de Salud	0	36	La meta fue modificada durante la ejecución.
I.3 Número de escuelas beneficiarias con uso nocturno para clases y actividades comunitarias	Escuelas	0	300	Escuelas	0	300	Escuelas	0	300	
Resultados	Unidad	Base 2013	Meta (2018)	Unidad	Base 2013	Meta (2018)	Unidad	Base 2014	Meta 2019	
Objetivo Específico 1. Incremento en el uso de energías alternativas y diversificación de la matriz de generación.										
1.1 Número de beneficiarios en sistemas aislados en el Beni con provisión de energía alternativa	Usuarios	0	1.200	Usuarios	0	1.200	Usuarios	0	1.200	
1.2 Energía generada en sistemas aislados en el Beni en base a energías alternativas	MWh/año	0	493	MWh/año	0	493	MWh/año	0	493	
1.3 % de energía generada en sistemas aislados en el Beni en base a energías alternativas	%	0	0,8	%	0	0,8	%	0	0.8	
Objetivo Específico 2. Reducción del consumo de combustibles fósiles y su costo para el Estado										
2.1 Miles de litros de diésel por año desplazado por energía alternativa en los Sistemas Aislados del Beni	Miles de Litros/año	0	164	Miles de Litros/año	0	164	Miles de Litros/año	0	164	
2.2 Costo equivalente del diésel desplazado para el Estado	Miles de US\$/año	0	225	Miles de US\$/año	0	225	Miles de US\$/año	0	225	

2.3 Número de toneladas equivalentes de emisiones de CO2 evitadas con el uso de energía alternativa	Toneladas CO2/año	0	432	Toneladas CO2/año	0	432	Toneladas CO2/año	0	432	
Objetivo Específico 3. Usos sociales de las energías alternativas en el área rural										
3.1 Número de edificios públicos en áreas rurales con energías alternativas aplicadas en usos sociales	Edificio Públicos	0	675	Edificio Públicos	0	675	Edificio Públicos	0	350	
3.2 Energía generada en edificios públicos en base a energías alternativas (fotovoltaica/termosolar) y usada con fines de educación y salud	MWh/año	0	941	MWh/año	0	941	MWh/año	0	941	
Objetivo Específico 4. Promover ahorros a familias rurales en el uso de energía para iluminación										
4.1 Gasto de las familias beneficiarias en energéticos para iluminación	US\$/año	40	14	US\$/año	40	14	US\$/año	40	14	

A continuación, se detallan los ajustes realizados a la Matriz de Resultados:

1. El año base en la Matriz de Resultados Inicial era el 2013, se cambió al 2014 (modificación).
Como la firma del convenio de financiamiento no reembolsable GRT/NV-14258-BO, fue firmado recién el 22 de abril de 2014, las fechas de inicio y de terminación de todo el cronograma de ejecución fue ajustado. Por el retraso que hubo en la implementación del programa BO-X1013, se aprobó la solicitud de ampliación de fecha del último desembolso para el 31 de agosto de 2019. La documentación de respaldo es: Solicitud de ampliación de plazo MPD/VIPFE/DGGFE/UOF-000451/2018 de fecha 5 de marzo de 2018 y respuesta del BID aprobando a través de nota CAN/CBO/CA-598/2018 de fecha 12 de marzo de 2018.
2. El año meta para los indicadores de Impacto en la Matriz Inicial era el 2013 y para los de Resultados era el 2018, se cambió a 2019 (modificación).
Por el retraso que hubo en la implementación del programa BO-X1013, se aprobó la solicitud de ampliación de fecha del último desembolso para el 31 de agosto de 2019. La documentación de respaldo es: Solicitud de ampliación de plazo MPD/VIPFE/DGGFE/UOF-000451/2018 de fecha 5 de marzo de 2018 y respuesta del BID aprobando a través de nota CAN/CBO/CA-598/2018 de fecha 12 de marzo de 2018, por eso los indicadores de resultado del Programa se miden a su finalización en 2019.
3. En la Matriz de Resultados Inicial, el indicador 3.1 Número de edificios públicos en áreas rurales con energías alternativas aplicadas en usos sociales (educación, salud), tenía una meta de 675 que fue reducida a 350 (modificación)
Por razones de que el proyecto desde su diseño tomó en cuenta beneficiar a Unidades Educativas y Postas de Salud del área rural del Altiplano de La Paz, Oruro y Potosí que no tengan posibilidades (en tiempo y distancia) de su conexión al Sistema Interconectado Nacional (SIN). En estas regiones, cuando llegó el momento de implementar el proyecto, una gran parte de estos edificios públicos estaban ya conectados al SIN o en espera de su conexión por estar muy próximos a esta red.” (Informe Semestral II/2017, pag. 4).

B. Eficacia

1. Declaración de Objetivos de Desarrollo del Programa.

Como ya se ha explicado anteriormente, el **Objetivo General** del Programa fue apoyar el desarrollo y uso de energía sostenible en Bolivia. Los **Objetivos Específicos** fueron: (i) incrementar el uso de las energías alternativas y la diversificación de la matriz de generación; (ii) la reducción del consumo de combustibles fósiles y su costo para el Estado; (iii) promocionar usos sociales de las energías alternativas en el área rural; y (iv) promover ahorros a familias rurales en el uso de energía para iluminación.

2. Resultados Logrados

Con la ejecución del Programa se alcanzaron los siguientes resultados que se analizan con los indicadores respectivos para cada uno de los Objetivos Específicos:

Objetivo Específico 1: Incrementar el uso de las energías alternativas y la diversificación de la matriz de generación.

El número de beneficiarios en sistemas aislados en el Beni con provisión de energía alternativa era de cero (Línea de Base) y la meta era de 1.200 usuarios. Con el Programa se alcanzó a beneficiar a 1.262 usuarios superando la meta establecida¹⁷.

La energía generada en sistemas aislados en el Beni en base a energías alternativas era de cero (Línea de Base) y la meta era de 493 MWh/año. Con el Programa se alcanzó a generar 520 MWh/año, valor superior a la meta.

El porcentaje de la energía generada en sistemas aislados en el Beni en base a energías alternativas era de 0% (Línea de Base) y la meta era de 0,8%. Con el Programa se alcanzó un valor de 1,56% superando la meta establecida.

Objetivo Específico 2. Reducción del consumo de combustibles fósiles y su costo para el estado.

El volumen de combustible diésel por año desplazado por energía alternativa en los Sistemas Aislados del Beni era de 0 miles de litros/año (Línea de Base) y la meta era reducir 164 miles de Litros /año. Con el Programa se logró una reducción de 117,6 miles de litros/año, valor inferior a la meta establecida.

El ahorro para el estado en costos de diésel desplazado por la energía renovable era de 0 miles US\$/año (Línea de Base) y la meta era de 225 miles US\$/año. Con el Programa se logró una reducción de 131 US\$/año, valor inferior a la meta establecida.

El volumen de equivalentes de emisiones de CO₂ evitadas con el uso de energía alternativa era de 0 Toneladas CO₂/año (Línea de Base) y la meta era de 432Toneladas CO₂/año. Con el Programa se logró una reducción de 312 Toneladas CO₂/año, valor inferior a la meta establecida.

¹⁷ Este resultado se logró con la instalación de dos plantas de generación con sistemas híbridos (Solar-Diésel) "El Remanso" y "Puerto Villazón".

Objetivo Específico 3: Promocionar usos sociales de las energías alternativas en el área rural.

El número de edificios públicos en áreas rurales con energías alternativas aplicadas en usos sociales era de 0 (Línea de Base) y tenía una meta de 675 edificios. Este valor fue corregido al arranque de la ejecución del Programa estableciendo una meta de 350 edificios cifra que fue alcanzada al final del Programa.

La energía generada en edificios públicos en base a energías alternativas utilizada con fines de educación y salud era de 0 MWh/año (Línea de Base) y la meta era de 941 MWh/año. Con el Programa se logró alcanzar 941 MWh/año logrando la meta establecida

Objetivo Específico 4: Promover ahorros a familias rurales en el uso de energía para iluminación.

Los gastos para iluminación por familia estaban estimados en 40 US\$/año (Línea de Base) y se esperaba alcanzar una meta de 14 US\$/año. Con el Programa se logró reducir a US\$ 30,87 valor inferior a la meta establecida¹⁸.

En la Tabla siguiente se resume los valores alcanzados en la Matriz de Resultados.

¹⁸ Los resultados consecuencia del Componente II en su actividad de provisión de pico sistemas fotovoltaicos muestran que el consumo de iluminación mensual de un hogar incrementó en 17.61 kilo lúmenes y el precio por kilo lumen redujo en Bs. 8.64 luego de la intervención. Esto representa un beneficio económico anual de US\$ 291.45, calculado a partir de la disponibilidad a pagar de las familias beneficiadas, que supera el costo de inversión de las pico-lámparas en el punto de instalación, de US\$204. Por tanto, los retornos sociales del proyecto en iluminación son positivos, lo que justificó la inversión realizada.

Tabla 2. Matriz de Resultados Logrados

Resultado/Indicador Impacto	Unidad de Medida	Valor de Línea de base	Año de línea de base	Metas y alcance real		% Alcanzado	Medios de verificación
Objetivo General: Apoyar el desarrollo y uso de energía sostenible en Bolivia							
Número de sistemas aislados con generación diésel que instalan generación renovable	Sistemas	0	2013	P P(a) A	3 2 2	100	Informe ENDE Beni.
Número de postas de salud beneficiarias con servicios de refrigerar vacunas, y atención nocturna.	Postas de Salud	0	2013	P P(a) A	50 36 36	100	Actas de transferencia a Municipios.
Número de escuelas beneficiarias con uso nocturno para clases y actividades comunitarias	Escuelas	0	2013	P P(a) A	300 300 314	105	Actas de transferencia a Municipios.
Resultados/Indicador	Unidad de Medida	Valor de Línea de base	Año de línea de base	Metas y alcance real		% Alcanzado	Medios de verificación
Objetivo Específico 1: incrementar el uso de las energías alternativas y la diversificación de la matriz de generación							
1.1 Número de beneficiarios en sistemas aislados en el Beni con provisión de energía alternativa	Usuarios	0	2013	P P(a) A	1.200 1.200 1.262	105	Informe ENDE Beni.
1.2 Energía generada en sistemas aislados en el Beni en base a energías alternativas	MWh/año	0	2013	P P(a) A	493 493 520	105	Informe ENDE Beni.
1.3 % de energía generada en sistemas aislados en el Beni en base a energías alternativas	%	0	2013	P P(a) A	0,8 0,8 1,56	195	Informe del Ente Regulador.
Objetivo Específico 2: la reducción del consumo de combustibles fósiles y su costo para el Estado							
2.1 Miles de litros de diésel por año desplazado por energía alternativa en los Sistemas Aislados del Beni	Miles de Litros/año	0	2013	P P(a) A	164 164 117,6	72	Informe de la Agencia Nacional de Hidrocarburos.
2.2 Costo equivalente del diésel desplazado para el Estado	Miles de US\$/año	0	2013	P P(a) A	225 225 131	58	Informe de la Agencia Nacional de Hidrocarburos.

2.3 Número de toneladas equivalentes de emisiones de CO2 evitadas con el uso de energía alternativa	Toneladas CO2/año	0	2.013	P P(a) A	432 432 312	72	Cálculo mediante las tablas de equivalencia de U.S. EPA.
Objetivo Específico 3: promocionar usos sociales de las energías alternativas en el área rural							
3.1 Número de edificios públicos en áreas rurales con energías alternativas aplicadas en usos sociales	Edificio Públicos	0	2.013	P P(a) A	675 350 350	100	Informe de avance semestral I y II de 2018, del Viceministerio de Electricidad y Energías Alternativas.
3.2 Energía generada en edificios públicos en base a energías alternativas(fotovoltaica/termosolar) y usada con fines de educación y salud	MWh/año	0	2.013	P P(a) A	941 941 1.192	127	Calculado con base en la información de la capacidad de energía generada por los Sistemas Fotovoltaicos instalados y de los Sistemas termosolares.
Objetivo Específico 4: promover ahorros a familias rurales en el uso de energía para iluminación.							
5.1 Gasto de las familias beneficiarias en energéticos para iluminación	US\$/año	40	2.013	P P(a) A	14 14 35	20	Fuente: Evaluación de Impacto de Pico Sistemas Fotovoltaicos en áreas rurales de Bolivia 2019 BID – CEGIE.

Donde: P = Planificado; P (a) = Objetivo anual revisado; A = Real.

Producto	Unidad de Medida	Valor de Línea de base	Año de línea de base	Metas y alcance real		% Alcanzado	Medios de verificación
Componente I: Sistemas Híbridos							
Producto 1. Número de sistemas aislados con suministro híbrido de energía y potencia instalada	Sistemas	0	2013	P P(a) A	3 1 2	200	Informe Final de Construcción de cada Proyecto consensuado entre todos los participantes del proyecto
Producto 2. Estudios de Sistemas Híbridos Elaborados	Estudios	0	2013	P P(a) A	8 8 8	100	Ocho Estudios en oficinas del PEVD
Componente II: Sistemas Solares							
Producto 3. Sistemas fotovoltaicos instalados y funcionando en escuelas y postas de salud	Sistemas	0	2013	P P(a) A	375 50 50	100	Actas de transferencia de SF a Municipios
Producto 4. Sistemas de placas solares instalados y en funcionamiento en edificios públicos	Sistemas	0	2013	P P(a) A	300 300 300	100	Actas de transferencia de ST a Municipios
Producto 5. Sistemas de pico lámparas instalados y en funcionamiento	Unidad	0	2013	P P(a) A	3.000 1500 1566	104	Actas de transferencia del BID a Municipios y de Municipios a cada beneficiario
Componente III: Supervisión, monitoreo y difusión							
Producto 6. Talleres de promoción al uso de energías alternativas y renovables	No. de talleres	0	2013	P P(a)	4 4	100	Informe Semestral I/2019, pag.12

				A	4		
--	--	--	--	---	---	--	--

Como se puede observar existen cambios en los indicadores de productos que se detallan a continuación.

1. El año meta para Productos en la Matriz Inicial era 2017, se cambió a 2019 (modificación)
 Por el retraso que hubo en la implementación del programa BO-X1013, se aprobó la solicitud de ampliación de fecha del último desembolso para el 31 de agosto de 2019. La documentación de respaldo es: Solicitud de ampliación de plazo MPD/VIPFE/DGGFE/UOF-000451/2018 de fecha 5 de marzo de 2018 y respuesta del BID aprobando a través de nota CAN/CBO/CA-598/2018 de fecha 12 de marzo de 2018.
2. El Producto 3. Sistemas fotovoltaicos instalados y funcionando en escuelas y postas de salud, en la tabla inicial tenía como meta 375, se cambió a 50 (modificación),
 Debido a que el proyecto desde su diseño tomó en cuenta beneficiar a Unidades Educativas y Postas de Salud del área rural del Altiplano de La Paz, Oruro y Potosí que no tengan posibilidades (en tiempo y distancia) de su conexión al Sistema Interconectado Nacional (SIN). Sin embargo, al momento de ejecutarse el Programa la gran mayoría de estos edificios públicos ya estaban conectados al SIN o en espera de su conexión por estar muy próxima a esta red. Por lo tanto, ya no se justificaba su instalación y adicionalmente, la preferencia de la población era la interconexión al SIN. (Informe Semestral II/2017, pag. 6).
3. El producto 5, sistemas de pico lámparas tenía una meta inicial de 3.000, se cambió a 1.500 (modificación)

3. Análisis Contrafactual

En un escenario hipotético de no ejecución del Programa los resultados habrían resultado negativos ya que las posibles alternativas de solución a los problemas planteados no habrían sido viables. La alternativa técnica a los Sistemas Aislados es la conexión con el Sistema Interconectado Nacional. Sin embargo, como ya se ha señalado, hay varios factores que impiden una mayor cobertura eléctrica rural en el país. Primero, la baja densidad y alta dispersión de las poblaciones rurales, y una larga distancia a la red eléctrica, lo cual impide conectarse al SIN a corto o mediano plazo. Segundo, la falta de inversión requerida para llegar a una cobertura universal con energía renovable (de hecho, los US\$5,2 millones que se han invertido con el PERER son un paso inicial que abre un largo camino por recorrer en los próximos años, para lograr una mayor cobertura importante de electrificación rural con energías renovables). Adicionalmente, debido a la baja rentabilidad financiera de los proyectos de este tipo el sector privado no tiene incentivos ni la capacidad financiera para cubrir estas necesidades, por lo cual es necesario que el sector público intervenga para incrementar la cobertura rural en zonas de difícil acceso. Tercero, la limitada capacidad técnica para preparar y formular proyectos, particularmente en los municipios más pequeños.

Si no se hubiese ejecutado el Programa se no se habría podido ampliar la cobertura en las regiones intervenidas, mejorar el servicio eléctrico (proveer servicio de 24 horas), reducir el consumo de diésel en los generadores térmicos, reducir el costo para el Estado en los subsidios al diésel para generación. Asimismo, no se habrían beneficiado los edificios públicos conectados con energías renovables para usos sociales de salud y educación. En un escenario sin el Programa los beneficiarios de los sistemas termo solares para calentamiento de agua habrían continuado utilizando garrafas de gas licuado de propano, de alto costo, y los beneficiarios de los 1.566 pico sistemas fotovoltaicos, continuarían usando baterías, velas, pilas, diésel, querosén, GLP y otros, de alto costo para las familias.

De igual manera se puede concluir que el aporte al desarrollo de la generación con energía renovable en el Departamento del Beni, que ha permitido dotar de electricidad a 443 nuevos usuarios y a su vez, reducir a un mínimo el uso de diésel con el consecuente impacto positivo en la eliminación del uso de combustibles fósiles, no hubiera sido posible sin la construcción de las dos plantas con sistema híbrido solar/diésel en Remanso y Puerto Villazón. Adicionalmente con el Programa se han sentado las bases para que este desarrollo continúe de forma ininterrumpida, entregando los ocho estudios a diseño final mencionados, para la instalación de plantas similares en otras zonas del mismo Departamento, que permitirán dotar de servicio eléctrico a 816 familias.

En resumen, sin la ejecución del Programa no se hubiera logrado mejorar la calidad de vida de los beneficiarios de estos proyectos, ni se hubiera podido contribuir al objetivo principal del PERER de promover el uso de energías renovables y sentar las bases para su mayor desarrollo en el área de electrificación rural en Bolivia.

4. Resultados No Previstos

De los resultados que no fueron identificados como indicadores en la Matriz de Resultados de la Propuesta, se destaca la mejora en la calidad de vida de los hogares. Esta mejora puede medirse, por ejemplo, en el tiempo que las mujeres en edad productiva pasan dentro de su hogar por día. Con el Programa se estima que hubo una reducción de 2.5 horas en promedio de horas de disponibilidad. Este ahorro de tiempo (que antes utilizaban para diversas actividades tales como

juntar leña para cocción y calefacción, traer agua para uso en los hogares y otros), significa que las mujeres pueden disponer de tiempo para actividades productivas o recreativas¹⁹.

Considerando los resultados de la Tabla 2 y dado que los resultados logrados son atribuibles al Programa y no a otros factores, se considera que la calificación de Efectividad es de **Satisfactorio**.

C. Eficiencia

Esta operación se aprobó por un monto de US\$ 5.365.200 provenientes de un Financiamiento No Reembolsable del Fondo Nórdico de Desarrollo (FND) para Proyectos Específicos (PSG por sus siglas en inglés) a ser ejecutada a través del BID.

Inicialmente el Programa PERER tenía una vigencia de cuatro años. A través de la ampliación de fecha del ultimo desembolso el mismo fue ampliado al 31 de agosto de 2019; a partir del año 3 (gestión 2017) con la consolidación de la Unidad Ejecutora (UE) del Programa se tuvo una ejecución acorde a los objetivos del Programa.

En fecha 04 de febrero de 2014 el financiamiento para la ejecución del PERER fue modificado a US\$ 5.504.479. De acuerdo al convenio GRT / NV-14258-BO cláusula 1.02 de la Comisión Administrativa, el BID retiene el 5% del monto total del convenio, por concepto de Comisiones Bancarias (cubrir gastos a su cargo en relación con la apertura y mantenimiento de la cuenta que abrió para la administración de los recursos) por un monto de US\$ 275.224, por lo cual la cantidad disponible para la ejecución del Programa fue de US\$5.229.255.

1. Análisis Económico

Para la aprobación de la operación se realizó una evaluación socioeconómica de costo-beneficio para cada una de las intervenciones propuestas mostrando la viabilidad socioeconómica del Programa, obteniéndose Tasas Internas de Retorno Socioeconómica (TIRS) superiores al 12%.

En el caso de los Sistemas Híbridos (Componente I) se consideró como beneficio el desplazamiento de la energía generada a partir de diésel por energía renovable, y el ahorro que ésta significa para el Estado. Se realizó la comparación de las situaciones “con” y “sin” Proyecto. En el caso de los sistemas fotovoltaicos y sistemas termo solares (Componente II) se comparó la provisión de energía con sistemas solares (situación “Con Proyecto”), con la provisión de energía con una opción técnica alternativa (situación “Sin Proyecto”). También se consideró como alternativas las garrafas de gas licuado de propano (GLP) para los sistemas termo solares y generadores eléctricos a gasolina para los sistemas fotovoltaicos, incluyendo todos los costos de inversión, operación y mantenimiento. Se consideró como una segunda fuente de beneficios los ahorros para los profesores y personal sanitario, al no incurrir en gastos en energéticos como pilas, velas y mecheros. La evaluación no incluyó otros potenciales beneficios socioeconómicos como el incremento en la escolaridad, la mejora en la salud, o la disminución en la mortalidad materno infantil, dada la escasa información de línea base, y la dificultad de cuantificar los beneficios. En el caso de las lámparas fotovoltaicas (Componente II), se determinaron los beneficios económicos con base al ahorro en combustibles tradicionales (velas y pilas) de cada familia beneficiaria. Los resultados obtenidos en el análisis Ex Ante fueron los siguientes:

¹⁹ Electricity Access in Sub-Saharan Africa Uptake, Reliability, and Complementary Factors for Economic Impact
Moussa P. Blimpo and Malcolm Cosgrove-Davies. World Bank. 2011.

Evaluación Socioeconómica Ex ante por Componente

	TIRS	VANS	Observaciones
Sistemas Híbridos	23,46%	812.976 \$US	
Sistemas Fotovoltaicos	50,47%	2.541.515 \$US	
Sistemas Termosolares	13,25%	26.264 \$US	
Sistemas Pico Fotovoltaicos	43,07%	571.597 \$US	

Para este PCR se realizó una evaluación económica ex post utilizando una metodología similar al análisis Ex ante actualizando la información de los supuestos con los valores alcanzados durante la ejecución de cada subcomponente del Programa.

Análisis de Costos Ex Post

Producto	Costo US\$ presupuestado	Costo US\$ efectivo	Número de Conexiones	Costo por Conexión	Número de Beneficiarios	Costo por beneficiario
Componente I – Sistemas Híbridos						
Sistema aislado con suministro híbrido funcionando	2.451.956	2.525.694 (103% de la meta)	443	5.701	1.262	2.001
Estudios de Sistemas Híbridos Elaborados	155.880	242.759 (156% de la meta)			8	30.345
Componente II – Sistemas Solares						
Sistemas fotovoltaicos instalados y funcionando en escuelas y postas de salud	144.893	239.412 (165% de la meta)	50	4.788	447	536
Sistemas Termo-solares instalados y funcionando en edificios públicos	765.153	1.137.514 (149% de la meta)	300	2.792	17.162	66
Sistemas pico fotovoltaicos instalados y funcionando	419.732	381.925 (91% de la meta)	1.566	244	1.566	244

Los resultados de la evaluación Ex post fueron los siguientes:

Resultados Análisis Económico Expost

	TIRS	VANS (US\$)	Observaciones
Sistemas Híbridos	36%	697.596.2	
Sistemas Fotovoltaicos	31%	249.333.3	
Sistemas Termosolares	15%	108.483.0	
Sistemas pico Fotovoltaicos	16%	84180.1	

Para la evaluación se usaron las mismas planillas usadas en la evaluación Ex ante. Como se puede observar, los resultados indican TIRS superiores al 12% en todos los casos.

Consideraciones adicionales para la evaluación Ex post.

Bajo el Componente I se instalaron dos sistemas híbridos solar/diésel con los cuales se beneficiaron a 443 nuevos usuarios, con una inversión de US\$ 2.525.694, lo cual significa un costo de US\$ 5.701 por conexión. Sin embargo, y tomando en cuenta que con cada conexión se beneficia a toda una familia, se tiene un total de 1.262 personas beneficiadas con estos dos proyectos, por lo tanto, el costo por persona beneficiada con el uso de energía renovable es de US\$ 2001. Como

parte de este mismo Componente se puede ver que el costo de los 8 estudios de plantas de generación con sistemas híbridos para el Beni, se efectivizó con un monto mayor en 56% al costo planeado para tal efecto.

A través del Componente II se han instalado 50 Sistemas Fotovoltaicos, 44 en unidades educativas y 6 en postas sanitarias a un costo por conexión de US\$ 4.788, por lo tanto, se debe tomar en cuenta que aquí se han beneficiado a estudiantes, profesores rurales, porteros, médicos y otro personal por un total de 447 personas. Por lo tanto, se tiene un costo por beneficiario de US\$536.

En este mismo Componente II se instalaron 300 Sistemas Termosolares en 270 unidades educativas y 30 en postas sanitarias con un costo de US\$ 2.792 por conexión. Como en el caso anterior, la cantidad total de beneficiarios incluye a estudiantes, profesores rurales, porteros, médicos y otro personal, que asciende a 17.162 beneficiarios, con lo cual tenemos un costo de US\$ 66 por beneficiario directo.

En ambos casos hay que agregar que en las comunidades rurales el ingreso a estas infraestructuras está completamente abierto a los miembros de la comunidad; por lo que el número de beneficiarios se incrementa sustancialmente y comprende al total de la población.

También con este Componente II se instalaron 1.566 sistemas pico fotovoltaicos, para beneficiar a un mismo número de personas, con un costo unitario de US\$244.

A continuación, se presenta en detalle los costos del Programa. Como se puede ver, el costo total en promedio fue efectivizado con un monto 16% superior al costo planeado, desviación que puede considerarse razonable para este tipo de proyectos.

Tabla 5. Costos del Programa

Componente I: Sistemas Híbridos								
#	Productos	Año	2015	2016	2017	2018	2019	EOP
		Inicial		272.250	1.027.750			1.300.000
1	Sistema aislado con suministro híbrido funcionando	Planeado			350.000	413.966	1.687.990	2.451.956
		Real		7.000	440.967	413.967	1.663.761	2.525.694
		Inicial		160.000	40.000			200.000
2	Estudios de Sistemas Híbridos Elaborados	Planeado		-	150.000	5.880		155.880
		Real		42.635	194.060	6.064		242.759
		Inicial	-	432.250	1.067.750	-	-	1.500.000
		Planeado	-	-	500.000	419.846	1.687.990	2.607.836

Real	-	49.635	635.026	420.031	1.663.76 1	2.768.45 3
------	---	--------	---------	---------	---------------	---------------

Componente II: Sistemas Solares

#	Productos	Año						
		Año	2015	2016	2017	2018	2019	EOP
3	Sistemas fotovoltaicos instalados y funcionando en escuelas y postas de salud	Inicial		250.000	1.625.00 0	125.000		2.000.00 0
		Planeado			10.000	134.893		144.893
		Real			-	239.412		239.412
4	Sistemas Termosolares instalados y en funcionamiento en edificios públicos	Inicial		125.000	562.500	62.500		750.000
		Planeado		-	10.000	755.153		765.153
		Real			100.613	1.036.90 1		1.137.51 4
5	Pico Sistemas Fotovoltaicos instalados y en funcionamiento	Inicial		30.000	240.000	30.000		300.000
		Planeado		-	200.000	219.732		419.732
		Real			251.476	130.449		381.925
		Inicial	-	405.000	2.427.50 0	217.500		3.050.00 0
		Planeado	-	-	220.000	1.109.77 8	-	1.329.77 8
		Real	-	-	352.088	1.406.76 2	-	1.758.85 1

Componente III: Supervisión, Monitoreo y Difusión

#	Productos	Año						
		Año	2015	2016	2017	2018	2019	EOP
a	Talleres	Inicial	-	10.000	20.000	10.000		40.000
		Planeado	-	-	10.000	4.808		14.808
		Real	-	-	-	-		-
b	Monitoreo	Inicial	25.000	150.000	125.000	100.000		400.000
		Planeado	25.000	150.000	50.000	150.000	136.251	511.251
		Real	40.466	92.389	151.300	219.762	160.523	664.440
c	Auditoria	Inicial		3.000	3.000	4.000		10.000

		Planeado		3.000	3.000	12.317	17.493	35.810
		Real			12.683	7.335	17.493	37.511
d	Evaluacion Socioeconomica y Evaluacion de Impacto	Inicial				30.000		30.000
		Planeado				-		-
		Real				-		-
e	Contingencias	Inicial				199.256		199.256
		Planeado				-	-	-
		Real				-		-
		Inicial	25.000	163.000	148.000	343.256	-	679.256
		Planeado	25.000	153.000	63.000	167.125	153.744	561.869
		Real	40.466	92.389	163.984	227.096	178.016	701.951

#	Productos							
		Año	2015	2016	2017	2018	2019	EOP
6	Costo Total	Inicial	25.000	1.000.250	3.643.250	560.756	-	5.229.256
		Planeado	25.000	153.000	783.000	1.696.749	1.841.734	4.499.484
		Real	40.466	142.024	1.151.098	2.053.890	1.841.777	5.229.255

Las principales causas del desvío de los costos fueron las siguientes:

- En el caso del Componente I: Sistemas Híbridos, el costo real por la instalación de los sistemas solar/diésel fue apenas sobrepasado (103%) a pesar de que se hicieron solo 2 sistemas y no 3 como se tenía programado, pero se tiene una diferencia significativa por encima del costo planeado para los 8 estudios a diseño final que se hicieron (156%). Sin embargo, se debe tomar en cuenta que en este componente se asignó el costo de los cuatro Talleres realizados (Componente III), que tenía un costo planeado de US\$ 14.808.
- Para el Componente II: Sistemas Solares, en el caso de los sistemas fotovoltaicos instalados en escuela y postas de salud se tenía inicialmente programado un costo mucho mayor pero aquí la meta inicial fue reducida un 13%, con lo cual también el costo tenía que ser reducido, sin embargo, el costo real resultó ser superior en 65% al costo presupuestado que había ya sido ajustado.
- En este mismo componente, en cuanto a los sistemas termosolares, el costo real fue en 49% superior al planeado.

En estos tres casos mencionados, considerándose el año de cierre inicial del programa se planificaron todas las actividades con cierre para la gestión 2018; la planificación no consideraba el estado de las contrataciones y adquisiciones cuando realmente se efectivizaron, es así que debido al ajuste en la implementación de los Estudios de Sistemas Híbridos Elaborados, Sistemas fotovoltaicos y Sistemas Termosolares Instalados y en funcionamiento en escuelas y postas de salud, el costo real superó al costo planeado.

- d) Componente III. Los costos de supervisión, monitoreo y difusión fueron un 30% mayor al que se tenía como monto planeado, principalmente por el costo de supervisión para los sistemas híbridos y el costo del personal de la unidad ejecutora del Programa que abarcaron hasta el cierre del programa 30 de noviembre de 2019.

El Convenio de Financiamiento No Reembolsable de Inversión fue suscrito entre el Gobierno de Bolivia y el BID en abril del 2014, el presupuesto fue inscrito en la gestión 2015 y a partir de ahí se fue ejecutando el Programa. En septiembre de 2015 se inició el proceso de contratación de los ocho estudios de sistemas de generación híbrida en el Beni y durante el primer semestre de 2016 se impulsó la realización de la planta de generación en El Remanso, así como se inició un trabajo de selección de unidades educativas y centros de salud donde se podía instalar sistemas fotovoltaicos y termosolares. Posteriormente también se decidió instalar los sistemas pico fotovoltaicos en la región de la Chiquitanía del Departamento de Santa Cruz.

Durante la planificación inicial del Programa no se estimaron adecuadamente los tiempos requeridos para los trámites de la firma de convenios entre gobernaciones o inter-institucionales, su aprobación interna, ni el tiempo requerido para la inscripción presupuestaria por parte de todos los actores involucrados. Estos tiempos resultaron ser más largos a los previstos en la programación inicial, impidiendo la inscripción presupuestaria de los proyectos, y la organización de la Unidad Ejecutora. Durante la ejecución del Programa hubo varios cambios en el Ministerio de Hidrocarburos y Energía, Viceministerio de Electricidad y Energías Alternativas y de Coordinadores del PEVD. Estos cambios afectaron los procesos de gestión y autorizaciones necesarias ante las autoridades. Para agilizar la ejecución el Banco, con el apoyo de los especialistas fiduciarios, capacitó a la unidad ejecutora en los aspectos vinculados con las normas de adquisiciones del BID, y contrató consultores de apoyo en diferentes tareas.

Los desvíos en los plazos de ejecución y costos incurridos se justifican por la naturaleza de las intervenciones, la complejidad de cada uno de los proyectos que además están dispersos geográficamente, muchas veces en zonas de difícil acceso, lo cual encarece los costos. A pesar de ello, el análisis socio económico Ex post que refleja los costos efectivamente incurridos muestran resultados positivos con TIRS superiores al 12% para cada uno de los subcomponentes. Por ello, se considera que la calificación de Eficiencia es de **satisfactorio**.

D. Sostenibilidad

1. Aspectos generales de sostenibilidad

El principal riesgo de sostenibilidad es la operación y mantenimiento de cada uno de los proyectos ejecutados bajo el Programa. A fin de garantizar la sostenibilidad de la infraestructura construida, los dos sistemas híbridos de generación (Componente I), se ha coordinado realizar la transferencia de las plantas híbridas de El Remanso y Puerto Villazón al Gobierno Autónomo Municipal de

Baures para que éste a su vez pueda elaborar los contratos de Operación, Mantenimiento y Administración (OMA) con la empresa distribuidora de energía eléctrica ENDE DEL BENI S.A.M., quien se hará cargo de ambas plantas de generación.

Al entregar ambas plantas de generación a ENDE DEL BENI S.A.M. para su operación y mantenimiento 100% funcionales, bajo un contrato OMA con el Gobierno Municipal de Baures (dueño de ambas plantas), esta empresa es la responsable de la operación, mantenimiento, administración y cobro de las facturas, regulado por la Autoridad de Electricidad, Fiscalización y Control Social de Electricidad (AE – Ente Regulador Boliviano), en el área de concesión. Esta empresa regulada y sujeta a la fiscalización de un ente regulador tiene la experiencia adecuada para garantizar la sostenibilidad técnica de las plantas. La tarifa es la establecida en el área de concesión de la empresa y aprobada por la AE. Adicionalmente se han realizado actividades de capacitación al personal técnico de la empresa operadora para asegurar los recursos humanos calificados para la operación, mantenimiento y administración adecuados. Bajo este esquema se garantiza la sostenibilidad técnica y financiera de los proyectos de este Componente.

Con respecto a los Sistemas Termosolares y Sistemas Fotovoltaicos (Componente II), la propiedad de las mismas ha sido transferidas (100% funcionales) a los Gobiernos Municipales beneficiarios donde se han instalado dichos sistemas en el marco del Reglamento Operativo del Programa y convenios entre gobernaciones firmados. Los municipios beneficiarios se han comprometido a garantizar los recursos para la sostenibilidad de los equipos en dichos convenios incluyendo la provisión de personal para su adecuado mantenimiento²⁰. Los proyectos pico solares (Componente II) son técnicamente sencillos y su mantenimiento puede ser realizado por las familias beneficiarias para lo cual se los ha capacitado al momento de su instalación.

2. Salvaguardias Ambientales y Sociales

De conformidad con lo establecido en la Política de Medio Ambiente y Cumplimiento de Salvaguardias (OP-703) el Programa fue calificado como Categoría “C”. Por sus características y naturaleza de los proyectos, el Programa no ha generado impactos socioambientales negativos. Por el contrario, con los proyectos y actividades realizadas bajo el Programa se ha logrado mejorar la calidad de vida de los habitantes de bajos recursos en las áreas rurales proporcionando energía confiable durante todo el día, de fuentes renovables, contribuyendo a mejorar los servicios de salud y educación; y creando nuevas oportunidades de actividades productivas. Durante la ejecución de los proyectos se contó con el apoyo de las autoridades y comunidades locales por lo cual no se registraron problemas de tipo ambiental ni social.

Todos los proyectos del PERER han dado cumplimiento a la normativa ambiental vigente mediante la obtención de sus respectivas licencias ambientales. Los proyectos de acuerdo con la categoría de impacto ambiental que les corresponde no requieren de una consulta pública o de la participación de los beneficiarios al ser proyectos de bajo impacto ambiental. No obstante, a través del Componente III se difundieron los proyectos y logros alcanzados bajo el Programa a las comunidades rurales. Todos los proyectos cumplieron con la normativa ambiental del país y las políticas del BID, además del Plan de Gestión Ambiental y Social (PGAS), para lo cual se elaboró lo correspondiente a los principales proyectos: Sistema Híbrido El Remanso, Sistemas Fotovoltaicos y Sistemas Termosolares en Unidades Educativas y Postas de Salud del área rural.

²⁰ Los convenios han establecido que los Gobiernos Municipales deben inscribir en el presupuesto anual los recursos para el mantenimiento de los Sistemas.

Con base en lo expuesto, la calificación de la sostenibilidad de la operación ha sido considerado **satisfactorio**.

En resumen, la calificación general de la operación en relevancia, efectividad, eficiencia y sostenibilidad han sido considerados todos **satisfactorios**.

IV. Criterios No Centrales

A. Desempeño del Banco

El Banco a través de sus especialistas ha apoyado activamente la ejecución de la operación.

A pesar de que la operación tuvo dificultades en su arranque los problemas se fueron resolviendo gradualmente y el programa se pudo ejecutar en su integridad en forma satisfactoria con el apoyo del Banco.

En especial se destaca el apoyo recibido en la revisión y ajustes de los documentos de los pliegos de licitaciones para garantizar su consistencia con los procedimientos de adquisiciones del BID, como así también la asistencia recibida a través de talleres y reuniones de capacitación para los miembros de la unidad ejecutora.

En los aspectos Técnicos, el BID que cuenta con amplia experiencia en materia de proyectos de electrificación rural, a través del especialista de energía basado en La Paz y consultores externos, ha apoyado permanentemente a la unidad ejecutora evacuando consultas técnicas y acompañando visitas de campo de los proyectos.

El Banco, además de proveer los recursos financieros y el apoyo en conocimiento, ha sido un actor relevante que ha contribuido en la coordinación de los múltiples actores involucrados en el Programa.

B. Desempeño del Organismo Ejecutor

El Organismo Ejecutor (OE) de esta operación fue el Ministerio de Hidrocarburos y Energía a través del PEVD del Viceministerio de Electricidad y Energías Alternativas. En la primera etapa de ejecución del Programa se registraron retrasos, entre otros, debido a demoras en la preparación, gestión y firmas de convenios entre gobernaciones e instituciones gubernamentales, problemas de inscripción presupuestaria y otras autorizaciones. Una vez que se pudo consolidar el equipo profesional de la unidad ejecutora (2017) se pudo avanzar en el cronograma general de trabajo solucionando los problemas iniciales.

Por otra parte, se trabajó desde un inicio en forma coordinada con los demás actores involucrados en los proyectos, especialmente con la operadora eléctrica de distribución, ENDE DEL BENI SAM, que tenía que hacerse cargo (como después sucedió) de la operación y mantenimiento de los dos sistemas híbridos una vez concluida su construcción y puesta en marcha. También se trabajó en la coordinación con los Municipios involucrados.

Pese a las dificultades mencionadas, el Banco pudo coordinar de manera efectiva con el Prestatario y apoyar al Ejecutor, y llegar a buen término en la ejecución del Programa.

V. Conclusiones y Lecciones Aprendidas

El Programa arrancó con inconvenientes (todos ellos subsanables), especialmente por la preparación, gestión y firmas de convenios entre gobernaciones e interinstitucionales. La obtención de autorizaciones presupuestarias reflejó en la calificación de proyecto “problema” en los PMR en

los primeros años de ejecución. Sin embargo, a partir del 2017, con el fortalecimiento y capacitación de la unidad ejecutora con el apoyo de los especialistas del Banco y consultores contratados, la ejecución se fue normalizando y se concluyó en forma *satisfactoria*. Se completaron los productos esperados y se alcanzaron los resultados, aunque se registraron desvíos en algunas de las metas. Los retrasos en la ejecución de los proyectos y los desvíos registrados en los costos se pueden considerar dentro del rango de lo razonable para este tipo de programas por su naturaleza y complejidad en la ejecución, incluyendo la participación de múltiples actores, algunos de ellos con limitaciones en su capacidad técnica e institucional, y también por la dispersión geográfica de los proyectos en zonas de difícil acceso.

El diseño del Programa fue adecuado para contribuir al objetivo general de apoyar el desarrollo y uso de energía sostenible en Bolivia y los objetivos específicos de incrementar el uso de energías alternativas, reducir el consumo de combustibles fósiles, promocionar usos sociales de la energía y promover el ahorro a las familias rurales en el uso de energía para iluminación.

El tiempo transcurrido entre la aprobación del Programa y el inicio de su ejecución por las demoras presentadas en la preparación, gestión y firmas de convenios entre gobernaciones e interinstitucionales, la inscripción presupuestaria y en la dificultad de conformar el equipo de trabajo de la Unidad Ejecutora deja como lección aprendida la importancia de identificar anticipadamente los potenciales problemas durante la preparación de la operación incluyendo las acciones posibles para mitigar dichos problemas y los tiempos necesarios para los trámites que se requieran.

El acomodamiento y tiempo que conlleva adaptarse a las normas de adquisiciones del Banco por parte de algunas unidades del VMEA conllevó la toma de un tiempo mayor para los procesos de contratación. La lección aprendida es que se debe tomar en cuenta este aspecto para programar cursos de capacitación a las diferentes instancias cuando se inicia un programa.

Otra lección importante para futuros Programas es la importancia de una adecuada revisión de los aspectos técnicos, económicos y legales de los proyectos por parte de la unidad ejecutora antes de su licitación, para asegurar la elegibilidad de proyectos y para facilitar el seguimiento de la ejecución de estos.

VI. Hallazgos y recomendaciones

Los principales hallazgos y recomendaciones se resumen en la Tabla siguiente.

Tabla 7. Hallazgos y recomendaciones

Hallazgos	Recomendaciones
Dimensión 1: Técnico-sectorial	
<p>Hallazgo # 1</p> <p>Se registraron tiempos mayores a lo planificado en la ejecución de tareas.</p>	<p>Recomendación # 1</p> <p>Brindar apoyo específico y expedito a la unidad ejecutora en cada una de las áreas que se requiere para ejecutar el programa identificando las especialidades técnicas y no técnicas que requieren ser fortalecidas y elaborar un cronograma de trabajo con asignación de tareas tomando en cuenta los tiempos <i>reales</i> que toma cada tarea.</p>
<p>Hallazgo # 2</p> <p>Los Sistemas Híbridos Solares de El Remanso y Puerto Villazón se han convertido en modelos de proyectos de sistemas aislados con baterías para ser implementados y replicados en otros lugares. Se ha demostrado la efectividad de la tecnología, la seguridad y confiabilidad del suministro de energía eléctrica limpia, la reducción significativa del uso de combustible fósil (diésel) y la disminución en la emisión de gases de efecto invernadero (CO2).</p>	<p>Recomendación # 2</p> <p>En sistemas aislados y comunidades alejadas de los centros urbanos es recomendable instalar sistemas híbridos de generación (combinación de generación convencional a diésel con fuentes renovables solar fotovoltaico) incluyendo baterías que permiten suministrar energía durante todo el día reduciendo el consumo de diésel para generación.</p>
<p>Hallazgo # 3</p> <p>Uno de los desafíos de los programas de electrificación rural es la escasez de proyectos formulados adecuadamente para su ejecución. El Programa a través del Componente III está dejando ocho estudios a diseño final de plantas de generación con sistema híbrido solar/diésel, los cuales pueden ser considerados para ser financiado por el VMEEA y otras entidades interesadas.</p>	<p>Recomendación # 3.</p> <p>En los programas de electrificación rural se recomienda incluir un componente que tenga por objetivo identificar, preparar y formular proyectos específicos, incluyendo los aspectos técnicos, ambientales, sociales, económicos e institucionales que facilite la obtención de financiamiento y su ejecución.</p>
<p>Hallazgo # 4</p> <p>El almacenamiento de energía aplicado en los sistemas híbridos implementados por Programa ha utilizado tecnología de punta en base a baterías de plomo ácido y de litio demostrando la viabilidad técnica de ambas tecnologías. Sin embargo, el uso de baterías de litio representa un avance significativo y ventajas para este tipo de sistemas contribuyendo además al desarrollo estratégico de la industria del litio en Bolivia.</p>	<p>Recomendación # 4</p> <p>En los futuros proyectos de energía renovable es aconsejable utilizar preferentemente baterías de litio ya que provee una mayor confiabilidad en el almacenamiento y suministro de energía. Su costo relativo puede ser superior a otras opciones, pero el beneficio en el largo plazo es superior.</p>

<p>Hallazgo # 5</p> <p>La participación e involucramiento desde el inicio de los proyectos de la empresa distribuidora de energía ENDE DEL BENI SAM, ha contribuido a mejorar la coordinación y facilitar la Operación, Mantenimiento y Administración (OMA) de los Sistemas Híbridos implementados en las comunidades de El Remanso y Puerto Villazón.</p>	<p>Recomendación # 5</p> <p>En los proyectos de electrificación rural se recomienda la involucración temprana de la empresa distribuidora de energía eléctrica que se hará cargo posteriormente de la operación y mantenimiento del proyecto lo cual facilita el traspaso de los proyectos una vez concluidos y contribuye a reducir los riesgos durante la operación.</p>
<p>Dimensión 2: Organizativa y administrativa</p>	
<p>Hallazgo # 6</p> <p>La conformación de un equipo multidisciplinario e idóneo en la Unidad Ejecutora, con personal profesional y calificado que ha trabajado de manera continua a partir de la gestión 2017 ha facilitado la ejecución del Programa.</p>	<p>Recomendación # 6</p> <p>Para facilitar la ejecución de los programas de electrificación rural se recomienda asegurar que la Unidad Ejecutora tenga personal capacitado desde su inicio hasta su finalización, tratando de mantener al equipo durante toda la ejecución del programa minimizando cambios de sus miembros.</p>
<p>Hallazgo # 7</p> <p>El apoyo del Ministerio de Hidrocarburos y Energía, Viceministerio de Electricidad y Energías Alternativas y el Programa de Electricidad para Vivir con Dignidad, y el apoyo técnico oportuno del BID fueron factores relevantes para la ejecución, especialmente a partir de la gestión 2017.</p>	<p>Recomendación # 7</p> <p>En los programas con múltiples actores involucrados (ministerios, viceministerios, municipios y otras instituciones) se recomienda realizar un esfuerzo especial en la coordinación, ya que es uno de los factores más relevantes para anticipar y evitar potenciales problemas en la ejecución incluyendo eventuales retrasos en el desarrollo de los proyectos.</p>
<p>Dimensión 3: Procesos/actores públicos</p>	
<p>Hallazgo # 8</p> <p>El conocimiento y aplicación efectiva de las Políticas de Adquisiciones del BID por parte del PERER, especialmente a partir de la gestión 2017, ha permitido realizar las contrataciones de acuerdo con los requerimientos y necesidades del Programa de una forma proactiva y eficiente.</p>	<p>Recomendación # 8</p> <p>Para que los procesos de llamados de licitación, adjudicación, formalización y ejecución de los contratos de consultorías y obras sean realizados en forma ágil y eficiente se recomienda capacitar a las unidades ejecutoras en las Políticas de Adquisiciones del Banco desde el comienzo de la ejecución de los programas.</p>
<p>Hallazgo # 9</p> <p>En los procesos de adquisición de Sistemas Termosolares (STS) y Sistemas Fotovoltaicos (SFV) para zonas alejadas y muy diversas, la aplicación del método de Comparación de Precios – CP, fue un criterio acertado por haber logrado la participación de</p>	<p>Recomendación # 9</p> <p>Cuando los proyectos de electrificación rural no son atractivos para los oferentes por su escala, localización u otros factores, siempre y cuando se cumpla con los parámetros establecidos, se recomienda utilizar el método de Comparación de Precios – CP para adquisiciones, ya que este esquema permite la participación de mayor cantidad de proveedores tanto nacionales como internacionales.</p>

mayor cantidad de proveedores tanto nacionales como internacionales.	
--	--