

Proyecto de energías renovables en mercados rurales

Ing. Carlos A. Di Caro¹
Arq. Raquel Perahia²
Luciano Arbore³

¹E-mail: prof.dicaro@yahoo.com.ar.

²E-mail: publicaciones.frgp@gmail.com.

³E-mail: lucianoarbore@hotmail.com.

RESUMEN

La Generación Eléctrica Distribuida por parte de pequeños consumidores, con recursos renovables locales y la posibilidad de su incorporación a la red es una estrategia sustentable para promover la expansión y diversificación de la Matriz Energética Argentina. Existen vastas regiones con pequeñas comunidades rurales dispersas, centros de salud, educación, seguridad, etc. que no acceden al servicio público de distribución eléctrica. Esta deficiencia, incluida en casi todos los diagnósticos, ha sido abordada por el proyecto PERMER. El presente documento se propone abrir una ventana cotejando la propuesta, su implementación y lo que resta por hacer.

PALABRAS CLAVE: energía, eléctrica, distribuida, recursos, renovables.

ABSTRACT: The Distributed Electricity Generation by small consumers, with local renewable resources and the possibility of its incorporation into the grid is a sustainable strategy to promote the expansion and diversification of the Argentine Energy Matrix. There are vast regions with small rural communities dispersed, health centers, education, security, etc. which do not access the public electricity distribution service. This deficiency, included in almost all the diagnoses, has been approached by the PERMER project. This document proposes to open a window comparing the proposal, its implementation and what remains to be done.

UTN Facultad Regional General Pacheco (FRGP)
Departamento de Ingeniería Eléctrica.
Centro de Investigación y Desarrollo e Innovación en
Energía Eléctrica (CIDIEE)

1. INTRODUCCIÓN

Argentina enfrenta una severa situación energética debida principalmente a que su matriz energética depende 80% de los hidrocarburos, así como a las deficiencias acumuladas en los sectores de generación y distribución de energía eléctrica. En los últimos 25-30 años el consumo per cápita se duplicó mientras que la demanda residencial se incrementó un 5% por año. En este contexto se estima que el sector eléctrico requiere la instalación de unos 900 MW/año a fin de satisfacer el crecimiento de la demanda a nivel nacional.

El Sistema Argentino de Interconexión (SADI), con una potencia instalada de 31,8 GW, generó 136.815 GWh en 2015 (CAM-MESA, 2015) [1], de los cuales 63% fue de origen térmico; 30% hidráulico; 5% nuclear; 0,5% eólico y fotovoltaico; y 1% importada. El

34% de la demanda es residencial (PERMER II - Evaluación BIRF - Informe N° PAD834, 2015):2 [2]; 35% industrial; 26% comercial; y 4% alumbrado público. Cuenta con 13 millones de clientes residenciales; 1,5 millones comerciales y 0,5 millones son industrias, organismos públicos y otros usuarios.

2. EL SECTOR ELÉCTRICO A FINES DEL SIGLO XX

Durante la década del 90 se introdujeron modificaciones significativas al sector eléctrico mediante la sanción de la Ley N° 24.065/1991 (reforma). Sus principales íconos fueron la privatización del sector y la creación del Mercado Eléctrico Mayorista (MEM). El sector fue desagregado a nivel federal al privatizar la gran mayoría de sus instalaciones, excepto Atucha I, Embalse, Yacyretá y Salto Grande. Mientras que las privatizaciones del sector distribución en las provincias, tuvieron una evolución menos pronunciada.

Quedaba pendiente aún la electrificación de zonas rurales, con una población estimada en 2,5 millones de personas (PERMER - Evaluación BIRF - Informe N° 17495-AR, 1999):3 [3], en su mayoría de bajos recursos. Dado que los costos de abastecimiento con redes de distribución son elevados y la capacidad financiera de las provincias es limitada, se pensó en abastecerlos con energías renovables locales. Relevamientos a escala nacional (Secretaría de Energía, 2009) [4] indican que Argentina cuenta con abundante energías renovables: eólica, solar, biomasa y/o biogás, geotérmica, pequeños aprovechamientos hidroeléctricos, mareomotriz, undimotriz, osmótica (gradiente salino), e hidrógeno; todas con buen pronóstico.

En este contexto, en 1997, la Secretaría de Energía desarrolló las bases de un proyecto denominado "Energías Renovables en Mercados Rurales"; y dio inicio a las gestiones necesarias para obtener ayuda financiera del Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento (BIRF) y del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM), (BIRF - Report N° PID5880 - Project ID ARPE6043, 1997) [5].

La propuesta consistió en: a) la instalación y operación en 15 provincias participantes, por concesionarios privados de: i) 116.000 sistemas solares fotovoltaicos (SFV) en viviendas rurales dispersas; ii) unas 1.000 unidades generadoras de 3 a 10 kW, basadas en Sistemas de Energía Renovables (SER - fotovoltaica, eólica y mini hidráulica) y moto generadores diesel para abastecer pequeñas comunidades rurales; y iii) cerca de 4.400 SER para abastecer instituciones públicas provinciales (escuelas, salas de salud, comisarías, etc.); b) instalación de 2 sistemas piloto eólicos domiciliarios; y c) un programa de capacitación para fortalecer la capacidad de la SE y los Entes Reguladoras Provinciales; y asistencia técnica para facilitar: i) la ejecución del programa; ii) la consolidación de la reforma del sector eléctrico; iii) el desarrollo de las capacidades técnicas e institucionales necesaria para la adopción de los SER. Su costo total sería de u\$s 220 millones, de los cuales u\$s 60 millones serían financiados por el BIRF, u\$s 13,5 millones por una donación del FMAM, y los u\$s 146,5 millones restantes, por los usuarios, los concesionarios y los gobiernos provinciales a través de fondos eléctricos preexistentes.

Para el año siguiente, 1998, el diseño del proyecto fue modificado (BIRF - Report N° PID5879 - Projeet ID ARGE45048, 1998) [6] reduciendo a 10 el número de provincias participantes, así como la cantidad de instalaciones. Lo que ubicó el costo total en u\$s 187 millones, de los cuales u\$s 46 millones serían financiados por el BIRF, u\$s 14 millones por el FMAM, y los u\$s 127 millones restantes, por los usuarios, los concesionarios y las provincias.

3. EL PROYECTO DE ENERGÍAS RENOVABLES EN MERCADOS RURALES (PERMER, 1999) [7].

El presente documento tiene por objeto analizar este caso cotejando la propuesta inicial con su efectiva implementación. En 1999 se consolidó un esquema de proyecto de menor envergadura con un costo total de u\$s120,5

millones, de los cuales u\$s30 millones provinieron del préstamo del BIRF (PERMER-Préstamo BIRF-4454-AR, 1999) [8]; u\$s10 millones de la donación del FMAM (PERMER - Donación GEF - TF20548, 1999) [9]; y los u\$s 80,5 millones restantes provendrían de los usuarios, los concesionarios y las 8 provincias que participarían inicialmente.

Su diseño de funcionamiento, basado en un esquema de responsabilidades compartidas, reconoce 4 actores principales:

a) El Estado Nacional. Asumió la responsabilidad de llevar adelante el proyecto con la asistencia financiera externa, dirigida a: i) financiar la adquisición e instalación de sistemas de generación eléctrica con energías renovables y el equipamiento asociado; ii) desarrollar instalaciones piloto de sistemas eólicos individuales en dos o más comunidades rurales con objeto de analizar el grado de viabilidad técnica y económica a largo plazo, y con vistas a promover su desarrollo futuro mediante inversiones privadas; iii) financiar costos de administración, estudios destinados a reducir las barreras de implementación y programas de fortalecimiento institucional para concientización en el uso de energías renovables;

b) Los Gobiernos Provinciales. Con la firma del Convenio de Participación comprometieron el aporte de un monto vinculado con la cantidad de usuarios de sus jurisdicciones. Monto que provendría en gran medida del Fondo Especial de Desarrollo Eléctrico del Interior (FEDEI - Ley 24.065, 1991) [10], administrado por el Concejo Federal de Energía Eléctrica (CFEE). Asumieron también el compromiso de habilitar organismos provinciales de gestión con infraestructura necesaria para regular y controlar los servicios concesionados;

c) Los Concesionarios del servicio, fuesen privados o estatales provinciales, asumirían la responsabilidad de instalar y mantener el servicio eléctrico en funcionamiento durante el período contractual de concesión, 15 años. Asimismo debían realizar aportes en concepto de inversión inicial, los que conjuntamente

con los costos de operación y mantenimiento de los sistemas, serían recuperados y amortizados mediante la recaudación mensual esperada a través del cobro de la tarifa durante dicho período;

d) Los Usuarios, abonarían un derecho de instalación y un monto mensual, ambos subsidiados, relacionados con su capacidad de pago, con el tipo y potencia del sistema instalado, y con el costo estimativo de la energía convencional que consumían al momento de solicitar el servicio, a ser sustituida por la energía eléctrica de las nuevas instalaciones.

3.1. LA EVALUACIÓN DEL BANCO MUNDIAL

En la etapa previa a la adjudicación del préstamo y la donación, el BIRF evaluó el proyecto (PERMER - Evaluación BIRF - Informe N° 17495-AR, 1999) [3], proporcionando información sobre objetivos, alcance, diagnóstico, aspectos económico-financieros, estrategias, etc., a saber:

Tabla 1: PERMER – Resumen de información financiera inicial - 1999.

Préstamo del BIRF: u\$s 30 millones. Plazo de amortización: 15 años - Período de gracia: 5 años Donación del FMAM: u\$s 10 millones. Destinatario del préstamo y la donación: República Argentina. Comisión de compromiso: 0,75 % Comisión del préstamo: 1 % (u\$s 0,3 millones) Organismos responsables: Secretaría de Energía y Estados Provinciales.	
Plan de financiamiento:	
Fuente de recursos financieros	u\$s millones
Estado Nacional	24,6
Estados Provinciales	1,9
Beneficiarios / Usuarios	10,8
Banco Mundial (BIRF)	30,0
Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM)	10,0
Concesionarios del servicio	43,2
Total	120,5

La Tabla 1 resume la información financiera del proyecto, que con una duración estimada de 6 años debía concluir a fines de 2005. Como se ve, la tercera parte de los fondos provendría de fuentes externas (BIRF u\$s 30 millones + FMAM: u\$s 10 millones); 36% (u\$s 43,2 millones) de los Concesionarios; 20% (u\$s 24,6 millones) del Estado Nacional; 9% (u\$s 10,8 millones) de los Usuarios; y u\$s 1,9 millones debían ser aportados por las Provincias.

3.1.1. LOS OBJETIVOS DEL PROYECTO

Se distinguen objetivos prioritarios para el BIRF, y otros afines al funcionamiento del FMAM.

- El BIRF se orienta principalmente a fomentar el desarrollo de los actores vinculados a la electrificación de zonas rurales de bajos recursos, y sus objetivos enuncian:

a) proveer de energía eléctrica confiable y sustentable con fuentes de energías renovables a la población residente en zonas rurales dispersas;

b) promover el desarrollo de operaciones comerciales sustentables de la industria energética rural;

c) promover el desarrollo y la participación

del sector privado en la provisión de energía eléctrica en zonas rurales dispersas y el fortalecimiento de la capacidad regulatoria de las provincias en la materia; y

d) promover avances a la reformulación del sector energético en áreas consideradas críticas.

- Por su parte el FMAM incluye objetivos orientados al cuidado del medio ambiente, enuncia:

a) eliminar barreras de mercado a la aplicación y difusión de fuentes de energías renovables; y

b) reducir emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) sustituyendo combustibles fósiles por el uso energías renovables para generación de energía eléctrica.

3.1.2. LAS ESTRATEGIAS

El proyecto se enmarca en un conjunto de políticas del BIRF, el FMAM y el Estado Nacional; de este modo:

a) es compatible con el programa CAS (Country Assistance Strategy – Documento N° 16505 - AR – 1997) del BIRF en nuestro país;

b) comparte objetivos de promoción de inversión privada en infraestructura energética;

c) asigna recursos a la población rural de bajos recursos;

d) promueve la gestión ambiental de los recursos naturales;

e) actualiza los roles del sector público nacional y provincial; y

f) es consistente con el Programa Operativo de Cambio Climático del FMAM (GEF - Operational Program N° 6 - Climate Change) [11] "Promoción de las energías renovables". Asimismo el BIRF le propone al Estado Nacional que:

a) diseñe un marco regulatorio para promover la participación privada en electrificación rural;

b) mejore la eficiencia de los servicios energéticos;

c) fortalezca la capacidad técnica de los entes reguladores provinciales;

d) promueva la electrificación de instituciones públicas que brindan servicios esenciales a la comunidad;

e) extienda la política de tarifas bajas del

sector urbano, a la población rural de bajos recursos; y

f) preste apoyo político e institucional al sector privado para promover su participación en la prestación de servicios eléctricos concesionados. Asegura que el enfoque de concesiones privadas para proveer servicios eléctricos rurales con energías renovables es potencialmente ventajoso y propone minimizar los subsidios estatales sin restar rendimiento a la inversión privada. Se refiere a la falta de información acerca del tamaño y características del mercado, los costos operativos y de mantenimiento en regiones dispersas y hostiles, los indicadores de frecuencia y tipo de fallas, las tarifas y el cobro del servicio. Propone reducir esta incertidumbre realizando estudios de mercado regionales, a fin de facilitar las decisiones de los Concesionarios.

3.1.3. LA ASIGNACIÓN DE LOS FONDOS

La asignación de fondos se desagrega en cuatro grandes categorías, a saber (Tabla 2):

56 **Tabla 2: PERMER – Inversión inicial estimada - origen y asignación de fondos.**

		BM	GEF	EN	Con	Us	EP	Total
Equipos a ser instalados por los concesionarios	• SFV de 50 a 100 W _p	10,9	5,5	9,1	20,5	5,1	-	51,1
	• SFV de 150 a 400 W _p	7,2	-	6,8	11,2	2,8	-	28,0
	• Sistemas generadores para pequeñas comunidades.	0,6	-	0,6	1,0	0,2	-	2,4
	• Sistemas generadores para instituciones públicas.	1,4	-	1,8	2,2	-	-	5,4
• Sistemas generadores eólicos, 2 instalaciones piloto		-	0,4	0,1	-	0,1	-	0,6
Asistencia y Capacitación	• AT en energías renovables.	1,0	2,2	-	-	-	-	3,2
	• AT para el sector eléctrico nacional.	0,9	-	1,0	-	-	-	1,9
	• Entrenamiento.	0,5	0,4	0,1	-	-	-	1,0
• Administración del proyecto.		2,4	1,2	-	-	-	1,9	5,5
• Comisión del préstamo.		0,3	-	-	-	-	-	0,3
• Contingencias físicas y económicas.		4,8	0,3	5,1	8,3	2,6	-	21,1
Total		30,0	10,0	24,6	43,2	10,8	1,9	120,5

SFV: Sistema Solar Fotovoltaico; AT: Asistencia Técnica; BM: Banco Mundial; GEF: Fondo para el Medio Ambiente Mundial; EN: Estado Nacional + FEDEI; Con: Concesionario; Us: Usuario; EP: Estados Provinciales.

1) *Equipos a ser instalados por los concesionarios.*

- *Sistemas Fotovoltaicos (SFV) individuales.* Se previó la instalación de 66.000 SFV individuales, de los cuales 55.000 serían de 50 a 100 Wp y el resto, de 150 a 400 Wp.

- *Sistemas generadores comunitarios.* Entran en esta subcategoría: SFV, pequeñas turbinas eólicas, mini turbinas hidroeléctricas, grupos electrógenos diesel y/o sistemas híbridos de 3 a 10 kW, para abastecer alrededor de 3.500 usuarios asentados en pequeñas comunidades dispersas, en grupos de 15-50 hogares cada una, sin acceso a la red de distribución. En estos casos, los Concesionarios debían demostrar al Gobierno Provincial respectivo que el sistema de generación seleccionado sería la solución técnico-económica más conveniente.

- *Servicios públicos.* Se previó la instalación de más de 1.100 SFV destinados a instituciones públicas que prestan servicios esenciales a la comunidad, tales como escuelas, centros de salud, puestos de frontera, guarda parques, etc.

2) *Sistemas piloto con generadores eólicos.* Instalación y operación de sistemas eólicos piloto domiciliarios e individuales de 50 Wp cada uno en dos comunidades rurales, como mínimo, de no más de 100 hectáreas cada una, con un costo estimado en u\$s 0,6 mi-

llones; a ser ejecutados mediante contrato llave en mano en todas sus etapas, desde la elección del sitio hasta la operación, con cooperación del concesionario, si lo hubiera. Estos proyectos piloto debían demostrar la viabilidad comercial y el potencial económico a largo plazo, con vistas a promover el desarrollo de futuros inversionistas privados en el rubro.

3) *Asistencia y capacitación.* Se implementarían programas de capacitación y asistencia técnica a fin de consolidar las reformas del sector eléctrico en el país y apoyar la ejecución del proyecto mediante el fortalecimiento de las capacidades técnicas e institucionales de la Unidad de Control del Proyecto (UCP) y las Unidades de Implementación Provinciales (UIP).

4) *Administración, comisión y contingencias.* La administración del proyecto incluye partidas para la realización de estudios de mercado. Aclara el documento que la Secretaría de Energía (SE) realizó cinco estudios preliminares con asistencia de consultoras externas, de los cuales se pudo estimar en más de 70.000 el número de usuarios potenciales en el ámbito de las ocho provincias consideradas por el proyecto. La Tabla 3, muestra un detalle del número y tipo de usuarios, y la potencia a instalar por provincia.



Tabla 3: PERMER – Número y tipo de usuarios potenciales por provincia. Potencia pico.

Mercado	Estrato	Provincia	N° usuarios potenciales.	Hogares	Servicios Públicos	Comunidades	Potencia en kWp	kWp %
1	20.000	Corrientes	21.560	20.140	380	1.040	2.043	30,7
2	15.000	Tucumán	16.699	15.798	70	831	1.460	21,9
		Entre Ríos	16.898	15.908	190	800	1.425	21,4
3	4.000	Chubut	4.346	4.110	20	216	519	7,8
		San Luis	3.677	3.268	238	171	385	5,8
4	2.500	Rio Negro	2.905	2.660	105	140	370	5,6
		Jujuy	2.514	2.280	114	120	248	3,7
		Mendoza	2.376	2.128	19	229	208	3,1
Totales			70.975	66.292	1.136	3.547	6.658	100,0

Estudios posteriores (PERMER - Marco para el Manejo Ambiental y Social, 2008):21-25 [12] actualizaron estos datos concluyendo que en las 23 provincias argentinas habría unos 201.390 usuarios potenciales en zonas rurales dispersas (Tabla 5).

La información vertida en las Tablas 2 y 3 permite a priori realizar algunas correlaciones globales entre costos, potencia pico a instalar y cantidad de usuarios potenciales. El cociente entre el costo total del proyecto y la potencia arroja una cifra cercana a los 18 u\$/Wp (u\$ 120,5 millones / kWp 6.658) y un costo por usuario de unos 1.698 u\$/usuario (u\$ 120,5 millones / 70.975 usuarios); lo que da una media aproximada de 94 Wp/usuario (1.698 u\$/usuario / 18 u\$/Wp).

3.2. LA FINANCIACIÓN ADICIONAL

En enero de 2010 se formalizó un nuevo préstamo (financiación adicional) del BIRF por u\$ 50 millones (PERMER - Préstamo BIRF-7617-AR, 2010) [13] a fin de llevar a cabo las actividades previstas para un nuevo período prorrogado por tres años más (2008 – 2011) a partir de la última fecha estimada de cierre. Con los mismos objetivos establecidos en el préstamo original, esta nueva financiación se orientó fundamentalmente a extender la magnitud y el alcance geográfico del proyecto (PERMER - Marco para el Manejo Ambiental y Social, 2008):72 [12]. Sería destinada a la adquisición e instalación de 15.500 SFV domiciliarios adicionales; 630 SFV para repotenciación y/o nuevas instalaciones en escuelas e instituciones públicas; 21 mini-redes para abastecer 2.500 viviendas dispuestas en comunidades; generadores eólicos de 300 a 600 Wp en comunidades; 30 sistemas de bombeo de agua accionados con energía solar para uso sanitario y consumo humano, y otros usos productivos; 140 sistemas solares térmicos para calentar agua sanitaria, cocción de alimentos y/o calefacción de edificios públicos; y 2 proyectos de generación con biomasa (PERMER - Generación eléctrica con biomasa en Misiones y Corrientes. Estudio de factibilidad, 2007) [14] en el período 2009–2011. Asimismo, la extensión crediticia debía dar continuidad a la financiación de las actividades de asistencia técnica y capacitación, así como a la realización de estudios y

análisis de mercado.

3.3. EL INFORME DE EVALUACIÓN FINAL – RESUMEN EJECUTIVO 2012

A trece años del inicio del proyecto, el informe de evaluación final (PERMER - Informe final. Resumen ejecutivo, 2012) [15] se propuso ponderar el impacto y el grado de cumplimiento en su ejecución, de acuerdo con los siguientes lineamientos: Determinar el grado de cumplimiento en la ejecución de obras y presupuestos; Valorar el logro de los objetivos planteados en el diseño del proyecto; Evaluar la eficacia de la interrelación entre los actores institucionales; Definir aspectos de interés socio-económico e institucional y criterios para evaluar el impacto global del proyecto; Determinar la eficacia del proyecto vs. las necesidades energéticas de la población objetivo; Determinar el impacto sobre los usuarios mediante tareas de campo a partir de muestreo estadístico por componente; Analizar la experiencia y las lecciones aprendidas en su conjunto; e Identificar recomendaciones y ajustes para próximas etapas.

3.3.1. LA EJECUCIÓN PRESUPUESTARIA

Datos del informe final indican que el presupuesto total aplicado al proyecto fue u\$ 100,6 millones, según el siguiente detalle: u\$ 39,6 millones provenientes del préstamo inicial del BIRF más la donación del FMAM; u\$ 50 millones de la financiación adicional del BIRF; u\$ 6,6 millones de las provincias; u\$ 3,7 millones del Sector Educación; y u\$ 0,6 millones de los Concesionarios. Se infiere que los u\$ 0,1 millones restantes probablemente sean aportes de los usuarios. Estas cifras evidencian que el 89% del presupuesto se integró con los aportes externos del BIRF y el FMAM. Observa el informe, sin mencionar motivos, que el aporte local ha sido notablemente escaso e inferior a los valores planificados; destacando que el 95% del presupuesto (u\$ 95,6 millones) se destinó a las obras propiamente dichas, mientras que el 5% restante se utilizó en la administración del proyecto, la contratación de consultorías, viajes, recursos humanos, etc.

La Tabla 4 muestra la distribución porcentual del presupuesto destinado a obras, por tipo de instalación y tecnología aplicada. Se

observa que casi el 80% se destinó a los SFV; mini-redes; y el resto a sistemas solares térmicos. algo más del 10% a sistemas eólicos; 9% a

Tabla 4: PERMER – Distribución presupuestaria del equipamiento instalado.

Sistemas SFV individuales	Sistemas SFV en escuelas	Equipos eólicos	Miniredes	Sistemas SFV en edificios públicos	Sistemas solares térmicos
52,6 %	22,4 %	10,6 %	9,0 %	3,8 %	1,6 %

La Tabla 5 es un compendio de información extraída del informe de evaluación final, de la página web del proyecto (PERMER, 1999) [7], y del Cuadro 5.3. del informe del Banco Mundial (PERMER II - Evaluación BIRF - Informe N° PAD834, 2015):79 [2].

Llama la atención en esta tabla que las últimas 4 provincias listadas, con 36.540 usuarios potenciales sobre los 201.390 estimados a nivel país, no hayan realizado instalaciones. Más aun cuando 3 de ellas firmaron sus respectivos Convenios de Participación. Por otro lado, vemos que se han realizado 29.984 instalaciones en 19 provincias sobre un total estimado de 70.975 en las 8 provincias inicialmente consideradas (Tabla 3). De modo que en la población rural dispersa de las 23 provincias argentinas, estarían quedando unos 171.406 usuarios potenciales (85,14%) por atender.

Por otro lado, se observan diferencias significativas en la inversión por provincia. Éstas varían desde una relación 2:1 en la comparación Salta: Chubut, hasta 40:1 en la relación Salta: Río Negro, siendo que en este último caso la relación de usuarios es 5:1 y que Salta está en el décimo lugar entre las provincias con mayor cantidad de usuarios potenciales (11.700). Esta última, sin haber sido considerada entre las 8 provincias iniciales del proyecto, obtuvo más del doble de presupuesto que cualquier otra provincia, 22,16% del total y casi el 24% del equipamiento con 7.066 instalaciones sobre un total de 29.984.

Con la información disponible es posible realizar algunas consideraciones generales relativas a los costos.

- *Sistemas SFV domiciliarios.* PERMER financió 90-100% y las provincias 0-4%, con

un costo medio país de u\$s2.133, con valores extremos notablemente dispersos. Por ejemplo, el costo medio en Jujuy es u\$s1.154 (casi la mitad). Inferimos que esto sería debido a la preponderancia de instalaciones de baja potencia (50-150 Wp). Vale mencionar que las primeras instalaciones en esta provincia comenzaron en 2001 (plena crisis económica) y concluyeron en 2012. En el otro extremo se encuentra San Juan con un costo medio de u\$s7.292 por equipo; más de 6 veces el costo medio de Jujuy y casi 3,5 veces el promedio país, siendo que según informa PERMER en su página web, los 197 SFV domiciliarios se instalaron en San Juan en el año 2012, cuando el precio de las celdas fotovoltaicas de silicio cristalino había caído aproximadamente a la décima parte de los precios internacionales registrados a principios de siglo (Bloomberg New Energy Finance & PV Energy Trend, 2013) [16]. Aunque no son valores comparables en forma directa, la Tabla 4.4. (Anexo 4) de (PERMER - Evaluación BIRF - Informe N° 17495-AR, 1999):50 [3], muestra que hacia fines de siglo pasado los costos CIF de los SFV domiciliarios de 50 a 400 Wp variaban de u\$s550 a 3.410 respectivamente.

- *Instalaciones en escuelas y otros servicios públicos.* Su costo medio ponderado ronda los u\$s 9-10 mil con potencias diversas, desde 250 a 4.800 W, en muchos casos con sistemas híbridos eólico-solar, lo que podría explicar la dispersión que se observa en estos valores. En la generalidad de los casos, PERMER aportó el 80% de la inversión y el 20% restante el Ministerio de Educación o las provincias, según se trate de escuelas u otros servicios públicos respectivamente.

Tabla 5: PERMER – Distribución presupuestaria por provincia y usuario.

Usuarios residen- ciales poten- ciales ¹ Beneficia- rios estimados ²	Provincia Firma Convenio Partici- pación	N° de Instalaciones Costo medio en u\$s							Potencia (MWp) Gene- ración (MWh)	Inversión total: u\$s %
		Viviendas		Escuelas	Otros servicios públicos	Mini redes	Solar térmica	Total Provincia		
		SFV	Eólica							
11.700	Salta	5.038	-	316	179	1.533	-	7.066	2,67	21.189.682
74.790	dic-01	2.624	-	4.874	6.511	3.437	-	2.999	8,95	22,16
2.100	Chubut	-	1.615	-	-	-	-	1.615	0,81	10.029.214
6.460	nov-99	-	6.210	-	-	-	-	6.210	1,95	10,49
2.500	Jujuy	4.200	-	44	-	335	187	4.766	0,61	8.653.714
25.610	sep-99	1.154	-	13.801	-	6.613	5.486	1.816	1,6	9,05
16.500	Chaco	3.680	-	208	-	-	-	3.888	0,37	8.402.530
20.960	ago-01	1.858	-	7.534	-	-	-	2.161	0,66	8,79
6.400	Neuquén	1.909	-	51	51	435	-	2.446	1,8	7.544.909
21.200	mar-04	2.575	-	14.267	17.619	2.316	-	3.085	3,24	7,89
13.500	Tucumán	2.604	-	39	45	-	35	2.723	0,3	6.624.277
21.640	sep-00	1.999	-	10.119	18.262	-	6.538	2.433	0,54	6,93
26.000	S. del Estero	-	-	690	-	-	-	690	0,4	5.807.772
20.700	jun-01	-	-	8.417	-	-	-	8.417	0,72	6,07
13.500	Corrientes	1.300	-	85	-	-	85	1.470	0,22	5.019.204
10.300	sep-98 / dic-05	1.869	-	27.295	-	-	4.741	3.414	0,39	5,25
4.000	Mendoza	1.561	-	-	-	-	-	1.561	0,19	4.156.798
6.240	nov-00	2.663	-	-	-	-	-	2.663	0,34	4,35
17.400	Buenos Aires	-	-	213	-	-	-	213	0,12	3.682.520
6.390	jul-03	-	-	17.289	-	-	-	17.289	0,21	3,85
3.900	La Pampa	862	-	-	-	-	-	862	0,1	2.357.999
3.450	ago-05	2.735	-	-	-	-	-	2.735	0,19	2,47
450	San Juan	197	-	16	44	-	-	257	0,09	2.167.308
10070	sep-04	7.292	-	19.612	9.442	-	-	8.433	0,16	2,27
2.100	La Rioja	553	-	60	-	-	-	613	0,09	2.143.819
4.010	ago-02	-	-	-	-	-	-	3.497	0,16	2,24

500	Santa Cruz	575	-	-	-	-	-	575	0,07	2.098.713
2300	dic-04	3.650	-	-	-	-	-	3.650	0,12	2,19
25.000	Córdoba	-	-	86	-	-	-	86	0,06	1.925.227
2.580	nov-04	-	-	22.386	-	-	-	22.386	0,11	2,01
12.500	Entre Ríos	977	-	-	-	-	-	977	0,12	1.843.545
3.910	dic-06	1.887	-	-	-	-	-	1.887	0,21	1,93
3.000	Catamarca	-	-	32	-	52	-	84	0,08	877.819
1.300	may-04	-	-	-	-	-	-	10.450	0,13	0,92
1.500	Misiones	-	-	24	42	-	-	66	0,03	576.770
9.120	sep-04	-	-	9.311	8.412	-	-	8.739	0,05	0,60
2.300	Río Negro	-	-	26	-	-	-	26	0,04	520.656
780	oct-99	-	-	20.025	-	-	-	20.025	0,07	0,54
17.200	Formosa	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	mar-06	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.200	San Luis	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	may-01	-	-	-	-	-	-	-	-	-
140	Tierra del Fuego	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	nov-05	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16.000	Santa Fe	-	-	-	-	-	-	-	-	-
201.390	Totales	23.456	1.615	1.890	361	2.355	307	29.984	8,15	95.622.476
251.810		2.104	6.210	9.993	9.145	3.606	5.400	3.123	19,79	

(1) Refiere a Usuario en sentido comercial, como sinónimo de cliente abonado por el servicio. (2) Beneficiario (persona que goza del servicio): 4 personas por hogar, 30 por escuela y 200 por establecimiento público. En las miniredes son los beneficiarios residenciales.

- *Miniredes sistemas solares térmicos.* En términos generales PERMER financió aproximadamente el 75% de las miniredes y el 80% de los sistemas solares térmicos.

Con la información de esta tabla podemos reiterar los cálculos de las correspondencias entre costos, potencia pico instalada y número de usuarios. Costo total del proyecto (u\$s100,6 millones) sobre la potencia total instalada (8,15 MWp) = 12,3u\$s/Wp; Costo total sobre los 29.984 usuarios = 3.355 u\$s/usuario; y la Potencia media instalada = 272 Wp/usuario. Como se puede apreciar, en comparación con los valores calculados a priori, el costo por watt es aproximadamente una tercera parte inferior al estimado, el costo por usuario es el doble, y la potencia por usuario el triple.

3.3.2. LOS DATOS CUALITATIVOS Y LA AUTOCRÍTICA

Por último, el informe de evaluación final se propuso efectuar, a modo de conclusión, una serie de consideraciones y recomendaciones orientadas a mejorar la gestión de una eventual continuación del proyecto. Señala que no todas las provincias han aportado información suficiente sobre las obras ejecutadas en sus jurisdicciones y recomienda mejorar el flujo de información, proyecto – provincias, y provincia – provincia, para fortalecer los canales de comunicación, su gestión y monitoreo. Sugiere mejorar la distribución temporal del presupuesto y recomienda intercambiar experiencias y conocimientos entre las Unidades Ejecutoras Provinciales (UEP), y entre éstas y organismos internacionales a fin de



fortalecer sus capacidades operativas institucionales. Propone actualizar los Estudios de Mercado a fin de redefinir los criterios de priorización y el dimensionamiento de los sistemas de acuerdo a las características y necesidades de cada comunidad. Sugiere la necesidad de introducir mejoras funcionales a los SFV domiciliarios homologando los criterios de diseño, evitando sombras sobre los paneles, utilizando lámparas homologadas, mejorando la limpieza y el acceso a los paneles, y la ubicación y protección de las baterías. Enfoca la necesidad de revisar criterios de dimensionamiento de los sistemas para escuelas que consideren como mínimo: la potencia eléctrica por alumno y por ambiente, y considerar si la escuela incluye residencia, comedor, talleres, etc. Señala la importancia de centralizar la adquisición de insumos a fin de obtener economías de escala, y recomienda la creación de un área de análisis de costos a fin de establecer normas, criterios y valores guía para instalaciones tipo. Con respecto a las provincias, sugiere adecuar los sistemas de gestión a fin de asegurar la atención de temas tales como: orientación y limpieza de paneles, acceso a repuestos de calidad y precio aceptables, y capacitación para el correcto uso del equipo; mejorar las facilidades a los usuarios para el pago del servicio y formulación de reclamos; desarrollar proveedores locales competitivos e instaladores regionales eficientes; y adquirir productos de calidad reconocida, con oferta y costos accesibles en el mercado.

Finalmente, afirma haber llegado al fin de los préstamos del BIRF y la donación del FMAM habiendo cumplido satisfactoriamente con los objetivos propuestos.

4. PERMER II

En agosto 2009 la Revista Petrotécnica, del Instituto Argentino del Petróleo y el Gas (IAPG), publicó el artículo: Proyecto de Energías Renovables en Mercados Rurales, por Víctor S. Russo (Coordinador General de PERMER, Secretaría de Energía), quien expresa: ...“La Secretaría de Energía ha pedi-

do a la Jefatura de Gabinete de Ministros la priorización, para gestionar su financiación por el Banco Mundial, de un nuevo proyecto denominado PERMER II, que permitiría continuar con las actividades actuales, incorporando además un componente para apalancar la construcción de pequeñas centrales hidráulicas, que debería estar operativo para 2011, permitiendo así mantener el ritmo actual de instalaciones” (Russo, 2009):46 [17]. A 6 años de esta solicitud, con la obtención de este nuevo préstamo por u\$s 200 millones (PERMER II - Préstamo BIRF N° 8484-AR, 2015) [18] del Banco Mundial, más un aporte local estimado de u\$s40,9 millones, el proyecto ingresó en su nueva etapa. Con objetivos similares a los del período 2000-2012, se propuso aprovechar las energías renovables locales para facilitar y mejorar el acceso a servicios de energía eléctrica confiable y sostenible, incluyendo aplicaciones térmicas y bombeo de agua a 145.000 hogares asentados en áreas rurales dispersas (PERMER II - Evaluación BIRF - Informe N° PAD834, 2015):6 [2]. Así se espera beneficiar a más de 765.000 personas, unas 560.000 con suministro de energía eléctrica y 205.000 con energía térmica para cocción de alimentos, agua caliente y calefacción en escuelas y otros edificios públicos. La *Tabla 6* muestra un resumen estimado del origen y la aplicación los fondos:

Tabla 6. PERMER II - Costos y fuentes de financiamiento del proyecto en millones de u\$s

Aporte Componente		BIRF	Estado nacional	Estado provincial	Sector privado	Totales	
1	Provisión de energía eléctrica.	a. SFV y eólicos. Hogares y edificios públicos. b. Miniredes. Edificios públicos y comunidades. c. Bombeo de agua. Hogares, edificios públicos y comunidades. d. Equipos para microempresas. e. Bienes y obras menores.	183,40 (85,06%)	4,00 (1,86%)	4,71 (2,18%)	23,5 (10,9%)	215,61 (89,50%)
2	Provisión de energía termosolar	a. Edificios públicos dispersos. b. Edificios públicos rurales.	7,90 (81,70%)	1,35 (13,96%)	0,42 (4,34%)	-	9,67 (4,01%)
3	Apoyo a la ejecución del proyecto.	a. Estudios de mercado. b. Seguimiento y evaluación. c. Comunicación y difusión para: 1. respaldo de objetivos; 2. divulgación de mejoras y experiencias relevantes; 3. fortalecimiento de capacidades. d. Apoyo a estudios de proyectos piloto.	5,70 (84,95%)	0,40 (5,96%)	0,61 (9,09%)	-	6,71 (2,79%)
4	Gestión del proyecto.	a. Fortalecimiento de la capacidad operacional de: 1. UCP; 2. UEPs b. Realización de auditorías. c. Capacitación. d. Viáticos. e. Alquiler de vehículos.	3,00 (37,04%)	5,10 (62,96%)	-	-	8,10 (3,36%)
Totales		200,00 (83,30%)	10,85 (4,52%)	5,74 (2,39%)	23,5 (9,79%)	240,90	

- *La Ejecución del Proyecto.* Con una duración de cinco años, la coordinación general y la ejecución estarán a cargo de la UCP, quien llevará adelante la gestión financiera y las adquisiciones. Será responsable de las tareas técnicas, fiduciarias, de administración y de seguimiento y evaluación, e iniciará, en representación de las provincias, la mayoría de los procesos de licitación. Los fondos del préstamo se gestionarán a nivel central y la UCP hará los pagos directamente a los con-

tratistas. Una vez finalizadas las obras de los componentes 1 y 2, las provincias quedarán a cargo de su Operación, Mantenimiento y Reposición (OMyR). La UCP también controlará el cumplimiento de las salvaguardas ambientales y sociales.

- *La Tasa de Rentabilidad Económica (TRE) y el Valor Neto Actualizado (VNA).* Se estima una TRE del proyecto de 22,8 % y un VNA de u\$s76,9 millones, sobre la base de una tasa de descuento del 10 %, que refleja el costo de

oportunidad del capital en Argentina.

- *Los Gases de Efecto Invernadero (GEI)*. Se reducirán aproximadamente 6.337 toneladas de dióxido de carbono equivalente (tCO_2e) por año; resultando en un total de 133.080 tCO_2e durante los 20 años de duración económica estimada del proyecto, las que se medirán aplicando la metodología del Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL).

4.1. LAS LICITACIONES 2016

El préstamo BIRF N° 8484-AR prevé en su cronograma de desembolsos (PERMER II - Evaluación BIRF - Informe N° PAD834, 2015):vi [2] aportes anuales por u\$s41, 52, 75, 25 y 7 millones entre 2016 y 2020. En concordancia, durante 2016 se lanzaron 3 compulsas de precios (PERMER II - Licitaciones Públicas Nacionales [LPN], 2016) [19], una de las cuales fue adjudicada el 03/11/2016.

- LPN N° 01/2016: “*Servicio de Encuestas para la Evaluación de Impacto de Sistemas Solares y Tarifas en la Provincia de Salta*”. Dirigidas a hogares y establecimientos comerciales rurales ubicados en los Departamentos salteños de Santa Victoria, Iruya, Oran, General San Martín y Rosario de la Frontera. Apertura de ofertas: 06/02/2017.

- LPN N° 02/2016: “*Provisión e instalación de equipos fotovoltaicos e instalaciones internas en viviendas rurales de Catamarca, Chaco, Entre Ríos, La Pampa, Salta y Neuquén*”. Total: 6.520 SFV de 130 W_p , distribuidos en 13 lotes. Apertura de ofertas (prorrogada): 22/08/2016. El 03/11/2016 se informó la adjudicación (PERMER II - LPN N° 2/2016 - Informe de Adjudicación., 2016) [20] de 10 lotes a 4 empresas de las 9 participantes. Las ofertas de 3 empresas fueron rechazadas y 2 fueron desestimadas. Quedaron 3 lotes sin adjudicar.

- LPN N° 03/2016: “*Provisión e instalación de equipos fotovoltaicos e instalaciones internas en viviendas rurales de Chaco, Corrientes, Neuquén, Río Negro, Salta, Santa Cruz, San Juan y Tucumán*”. Total: 7.531 SFV de 200-300 W_p , distribuidos en 13 lotes. El 30/11/2016 se procedió a la apertura de las

ofertas de las 16 empresas intervinientes en la licitación, por lo que actualmente se encuentra en la etapa de análisis para su adjudicación.

5. CONCLUSIONES

En sus 17 años de vida PERMER ha demostrado contar con la determinación necesaria y la decisión suficiente para llevar a cabo este complejo emprendimiento aún en situaciones adversas; la crisis del 2001, la limitación y lentitud de la respuesta institucional, etc.

En efecto, considerando que hasta 2012 el proyecto sólo pudo contar con un aporte local de u\$s10,6 millones sobre los u\$s80,5 millones estimados, surge que el apoyo institucional a todo nivel ha sido escaso. Más aún, el sector privado (concesionarios) aportó el 1,4% de los u\$s43,2 millones presupuestados. De modo que la demanda global ha sido satisfecha parcialmente. No obstante, se vislumbra que la experiencia adquirida junto con las lecciones aprendidas están dando lugar a un modelo gerencial fortalecido, plasmado en la gestión de las licitaciones de 2016. Finalmente, el pronóstico es alentador asumiendo que en esta etapa del proyecto se diese cumplimiento al esquema de aportes locales comprometidos.

6. REFERENCIAS

- [1] CAMMESA (2015). *Informe Anual 2015*. <http://portalweb.cammesa.com/Documentos%20compartidos/Informes/Informe%20Anual%202015.pdf>
- [2] PERMER II - Evaluación BIRF - Informe N° PAD834. (2015). Documento de Evaluación Inicial. Obtenido de <http://documents.worldbank.org/curated/en/813891467986301169/pdf/PAD834-SPANISH-PAD-P127837-PUBLIC-Box391483B-Proyecto-de-Energias-Renovables-en-Areas-Rurales-P127837.pdf>
- [3] PERMER - Evaluación BIRF - Informe N° 17495-AR. (1999). World Bank - Proje appraisal Document. Obtenido de <http://documents.worldbank.org/curated/en/271841468768697115/pdf/multi-page.pdf>
- [4] SECRETARIA DE ENERGIA (2009). *Energías Renovables. Diagnóstico, Barreras y*

- Propuestas. Obtenido de Secretaría de Energía de la Nación, Fundación Bariloche y REEEP: https://www.energia.gov.ar/contenidos/archivos/Reorganizacion/contenidos_didacticos/publicaciones/EnergiasRenovables.pdf
- [5] BIRF - Report N° PID5880 - Project ID ARPE6043. (1997). Argentina – Renewable Energy in Rural Markets. Obtenido de <http://documents.worldbank.org/curated/en/233961468769298777/text/multi0page.txt>
- [6] BIRF - Report N° PID5879 - Project ID ARGE45048. (1998). Argentina - Renewable Energy in Rural Markets. Obtenido de <http://documents.worldbank.org/curated/en/673021468741872947/pdf/multi0page.pdf>
- [7] PERMER. (1999). Proyecto de Energías Renovables en Mercados Rurales. Obtenido de Ministerio de Energía y Minería: <https://permer.se.gob.ar/contenidos/verpagina.php?idpagina=3403>
- [8] PERMER - Préstamo BIRF-4454-AR. (1999). Convenio Préstamo Banco Mundial por U\$s30 millones. Obtenido de <https://permer.se.gob.ar/contenidos/archivos/permer/nuevo/4454-AR.pdf>
- [9] PERMER - Donación GEF - TF20548. (1999). Convenio Donación del Fondo para el Medio Ambiente Mundial. Obtenido de <http://documentos.bancomundial.org/curated/es/297091468202781035/Conformed-Copy-L4454-Renewable-Energy-in-the-Rural-Market-Project-Global-Environment-Facility-Trust-Fund-Grant-Agreement>
- [10] FEDEI - Ley 24.065. (1991). Fondo Especial para el Desarrollo Eléctrico del Interior. Obtenido de Administrado por el Consejo Federal de la Energía Eléctrica (CFEE): <http://www.cfee.gov.ar/prestamos-fe-dei-constantas.php>
- [11] GEF - Operational Program N° 6 - Climate Change. (s.f.). Promoting the adoption of renewable energy by removing barriers and reducing implementation costs. Obtenido de https://www.thegef.org/sites/default/files/documents/OP_6_English.pdf
- [12] PERMER - Marco para el Manejo Ambiental y Social. (2008). Obtenido de https://permer.se.gob.ar/contenidos/archivos/permer/nuevo/MarcoManejoAmbiental_FINAL.ddf
- [13] PERMER - Préstamo BIRF-7617-AR. (2010). Convenio Ampliación Préstamo por U\$s50 millones. Obtenido de <http://documentos.bancomundial.org/curated/es/777051468202752046/pdf/LOAN0A-GREEMENT010Ln1076171AR10CONFORMED.pdf>
- [14] PERMER - Generación eléctrica con biomasa en Misiones y Corrientes. Estudio de factibilidad. (2007). Obtenido de https://permer.se.gob.ar/contenidos/archivos/permer/PERMER_Biomasa.pdf
- [15] PERMER - Informe final. Resumen ejecutivo. (2012). Obtenido de https://permer.se.gob.ar/contenidos/archivos/permer/estudiosmercado/EvaluacionFinal_ResumenEjecutivo.pdf
- [16] Bloomberg New Energy Finance & PV Energy Trend. (2013). The Economist. Obtenido de <http://www.economist.com/news/21566414-alternative-energy-will-no-longer-be-alternative-sunny-uplands>
- [17] Russo, V.S. (2009). El Proyecto de Energías Renovables en Mercados Rurales - PERMER. Obtenido de http://www.petrotecnia.com.ar/petro_08/Permer_SP.pdf
- [18] PERMER II - Préstamo BIRF N° 8484-AR (2015). Convenio Préstamo u\$s200 millones. Obtenido de <http://projects.bancomundial.org/procurement/noticeoverview?id=OP00034829&lang=es&print=Y>; <http://documentos.bancomundial.org/curated/es/727731468220480228/pdf/RAD1750496823.pdf>
- [19] PERMER II - Licitaciones Públicas Nacionales [LPN]. (2016). Préstamo BIRF 8484-AR. Obtenido de <https://permer.se.gob.ar/contenidos/verpagina.php?idpagina=3779>
- [20] PERMER II - LPN N° 2/2016 - Informe de Adjudicación. (2016). Obtenido de https://permer.se.gob.ar/contenidos/archivos/permer/informeadjudicacion_LP%2002_2016.pdf.