

**UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS**

ESCUELA DE PREGRADO

**PROPUESTA METODOLÓGICA PARA LA EVALUACIÓN SOCIOECONÓMICA
Y AMBIENTAL DE PROYECTOS DE MICRO-REDES CON FUENTES DE
ENERGÍA RENOVABLE EN COMUNIDADES RURALES DEL NORTE DE
CHILE**

JAVIERA PATRICIA INOSTROZA CODOCEO

Santiago, Chile.

2012

**UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS**

ESCUELA DE PREGRADO

**PROPUESTA METODOLÓGICA PARA LA EVALUACIÓN SOCIOECONÓMICA
Y AMBIENTAL DE PROYECTOS DE MICRO-REDES CON FUENTES DE
ENERGÍA RENOVABLE EN COMUNIDADES RURALES DEL NORTE DE
CHILE**

**METHODOLOGICAL PROPOSAL FOR SOCIOECONOMIC AND
ENVIRONMENTAL ASSESSMENT OF MICRO-GRID PROJECTS WITH
RENEWABLE ENERGY SOURCES IN RURAL COMMUNITIES IN NORTHERN
CHILE**

JAVIERA PATRICIA INOSTROZA CODOCEO

Santiago, Chile.

2012

UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS

ESCUELA DE PREGRADO

**PROPUESTA METODOLÓGICA PARA LA EVALUACIÓN SOCIOECONÓMICA
Y AMBIENTAL DE PROYECTOS DE MICRO-REDES CON FUENTES DE
ENERGÍA RENOVABLE EN COMUNIDADES RURALES DEL NORTE DE
CHILE**

Memoria para optar al título profesional de:
Ingeniero en Recursos Naturales Renovables

JAVIERA PATRICIA INOSTROZA CODOCEO

	Calificaciones
Profesores Guías	
Sofía Boza M. Ingeniera Comercial, Dra.	7,0
Roberto Hernández A. Antropólogo, M. Sc.	6,7
Profesores Evaluadores	
Juan Manuel Uribe M. Ingeniero Agrónomo	7,0
Manuel Paneque C. Bioquímico, Dr.	7,0

Santiago, Chile.

2012

A mi familia

AGRADECIMIENTOS

Gracias a todos los que me han apoyado en ésta y todas las etapas importantes de mi vida, aquellos que me quieren tal como soy y que sé siempre estarán ahí para mí:

A mis padres y hermanos, por apoyarme, cuidarme y quererme, y por darme una familia hermosa y unida.

A mi pololo, por quererme y creer en mí y por la paciencia infinita durante tantos años.

A mis amigos, por quererme y aceptarme, por darme su apoyo y consejo.

A mis abuelos, por cuidar mis espaldas en cada momento.

A mi chancha, por darnos alegría y por acompañar a la familia cada día.

Agradezco especialmente a todos los que han sido parte de este proceso, a mis profesores guías por su apoyo y dedicación y al Centro de Energía de la Universidad de Chile y su equipo humano, por permitirme realizar este trabajo, por todo el conocimiento y herramientas que me han entregado y por brindarme su apoyo en cada etapa.

INDICE

1. INTRODUCCIÓN	14
1.1. OBJETIVO GENERAL	18
1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	18
2. MÉTODOS	19
2.1. DESARROLLO DE PROPUESTA METODOLÓGICA PRELIMINAR	19
2.2. APLICACIÓN DE LA PROPUESTA METODOLÓGICA PRELIMINAR	20
2.3. GENERACIÓN DE LA PROPUESTA METODOLÓGICA FINAL	21
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	22
3.1. MARCO GENERAL DE LA PROPUESTA METODOLÓGICA	22
3.2. PROPUESTA METODOLÓGICA PRELIMINAR	23
3.2.1. <i>Revisión bibliográfica de metodologías de evaluación</i>	23
3.2.2. <i>Criterios de evaluación</i>	27
3.2.3. <i>Variables para la evaluación</i>	28
3.2.4. <i>Indicadores para la evaluación</i>	39
3.2.5. <i>Cuestionario para la evaluación</i>	39
3.3. APLICACIÓN Y CORRECCIONES DE LA PROPUESTA METODOLÓGICA PRELIMINAR	41
3.3.1. <i>Fortalezas y debilidades generales de la propuesta metodológica inicial</i>	43
3.3.2. <i>Cambios realizados la propuesta metodológica inicial</i>	44
3.4. PROPUESTA METODOLÓGICA FINAL	47
<i>Etapa 1: Taller de validación de variables e indicadores</i>	48
<i>Etapa 2: Aplicación del cuestionario e indicadores finales</i>	49
<i>Etapa 3: Análisis de resultados</i>	53
<i>Etapa 4: Taller de validación de resultados</i>	56
<i>Etapa 5: Análisis y evaluaciones posteriores</i>	57
3.5. CONSIDERACIONES FINALES	57
4. CONCLUSIONES	61
5. BIBLIOGRAFÍA	63
6. APÉNDICES	69
APÉNDICE 1. CASOS DE ESTUDIO ANALIZADOS	69
APÉNDICE 2. VARIABLES E INDICADORES PRELIMINARES	73
APÉNDICE 3. CUESTIONARIO PRELIMINAR	77
APÉNDICE 4. FICHAS DE LOS INDICADORES FINALES PROPUESTOS	85
APÉNDICE 5. CUESTIONARIO FINAL PROPUESTO	115

RESUMEN

En las últimas décadas, se ha generado un nuevo interés por el desarrollo de sistemas de generación distribuida y el uso de energías renovables, para la electrificación en zonas rurales aisladas. En este contexto se insertan los sistemas de micro-redes, que combinan varias fuentes de generación eléctrica y que se plantean hoy como una de las soluciones técnicas más competitivas. Estos proyectos pueden generar impactos socioeconómicos y ambientales y toma especial relevancia la participación de las comunidades en ellos. Ambos factores pueden afectar su sustentabilidad, resultando necesario evaluarlos para corregir las deficiencias y favorecer el éxito del mismo.

Así, se generó una propuesta metodológica para la evaluación de proyectos de micro-redes en comunidades rurales del norte de Chile, que permitiera medir el grado de impacto del proyecto y tomar decisiones para favorecer su éxito en el largo plazo. Se generó el cuerpo central de la propuesta en base a las variables, indicadores y cuestionario para la evaluación y luego se aplicaron estos instrumentos al proyecto de micro-redes ESUSCON ubicado en la localidad de Huatacondo, Región de Tarapacá. Se realizaron las correcciones necesarias y se generó la propuesta metodológica final consistente en etapas para la evaluación. Se generaron en total 19 de variables de impacto (socioeconómicos y ambientales) y 9 para el análisis de sustentabilidad, asociadas a la participación y percepción de la comunidad; se utilizaron indicadores cuantitativos y cualitativos. Se definieron 5 etapas de evaluación que involucran a la comunidad en el proceso y en una de las cuales se aplican los indicadores y cuestionario generados.

Se concluye que la propuesta final es una herramienta práctica para la evaluación y que puede adaptarse a otros proyectos de energías renovables y en otras zonas de Chile. La combinación de los métodos de investigación cuantitativa y cualitativa, permite aprovechar las ventajas de cada uno y favorecer los resultados de la misma y la base de información generada permitirá reducir errores en proyectos futuros y favorecer su éxito. Por último, se plantea la necesidad de evaluar, además y de forma complementaria, los aspectos técnicos y económicos de los mismos, y avanzar en el desarrollo de proyectos de energía a nivel de comunidad sustentables.

Palabras clave: micro-redes, comunidades, energías renovables, participación, impacto, sustentabilidad

ABSTRACT

In recent decades, there has been a renewed interest in the development of distributed generation systems and the use of renewable energy for rural electrification in isolated places. In this context the micro-grids are a system that combine various sources of power generation and that has raised today as one of the most competitive technical solutions. These projects can generate socioeconomic and environmental impacts and is of particular relevance the participation of the communities in them. Both factors may affect its sustainability, being necessary to evaluate them, correct deficiencies and promote the success of the project.

Thus, a methodology for the evaluation of micro-grid projects in rural communities in northern Chile was generated that would measure the impact of the project and make decisions to promote their long-term success. It was generated the main body of the proposal based on the variables, indicators and assessment questionnaire and then these tools were applied to micro-grid project ESUSCON located in Huatacondo, Región de Tarapacá. The necessary corrections were made and a finished methodological proposal was generated, consisting of evaluation stages. A total of 19 impact variables (socioeconomic and environmental) and 9 for analysis of sustainability, related to participation and community perception, were generated. It was used quantitative and qualitative indicators. It was defined five stages of evaluation involving the community in the process and in one of them including the generated indicators and questionnaire.

It was concluded that the final proposal is a practical tool for the evaluation and that can be adapted to other renewable energy projects and other areas of Chile. The combination of quantitative and qualitative research methods, allow taking advantage of each and favor the results. Also, a basis of information was generated that will reduce mistakes in future projects and encourage their success. Finally, there is the need to assess, in addition the technical and economic aspects of the project, and promote the development of community and sustainable energy projects.

KeyWords: micro-grids, communities, participation, impact, sustainability, renewable energy

1. INTRODUCCIÓN

En sus inicios, la generación de energía eléctrica se basaba en sistemas donde sólo se abastecía a los consumidores cercanos a las plantas de producción, todos de pequeña escala. Posteriormente, diversos avances tecnológicos permitieron la transmisión de electricidad a grandes distancias y pronto se masificó un mecanismo de producción de energía con amplios sistemas de distribución y plantas de generación ubicadas, especialmente en Latinoamérica, a grandes distancias de los centros de consumo (Peppermans *et al.*, 2005; Alvial *et al.*, 2011). No obstante, en las últimas décadas, se ha generado un nuevo interés por el desarrollo de los sistemas de generación distribuida, principalmente, debido a la inserción de tecnologías de generación en base a Energías Renovables (EE.RR.), la liberalización de los mercados eléctricos y la posibilidad de competir con los grandes generadores eléctricos, y producto de las regulaciones y políticas de los gobiernos para promover el uso de estas energías más limpias (Peppermans *et al.*, 2005).

La generación eléctrica distribuida ha sido de especial interés para la electrificación de zonas rurales en países en vías de desarrollo, la que, en general, se ha desarrollado de 3 formas distintas: extensión de redes eléctricas, sistemas de generación individuales con energías renovables (EHS)¹ y micro-redes² (Rolland and Glania, 2011). Además, existen otras alternativas de generación aislada como el uso de generadores diesel (muy común en localidades rurales de Chile), micro-centrales hidroeléctricas y plantas fotovoltaicas (PNUD, 2011b).

Por otra parte, en cuanto a la electrificación en zonas aisladas, el uso de EE.RR. se ha presentado como una alternativa técnica, económica y ambientalmente viable en la actualidad, considerando el agotamiento y variación de precios de los combustibles fósiles, los problemas ambientales asociados a su uso, las dificultades técnicas de extender las redes eléctricas a lugares aislados y a las limitaciones de los gobiernos locales para asumir los costos de dicha extensión (ARE, 2010; Shamsuzzohaa, 2012).

A nivel sudamericano, se han desarrollado planes y programas de electrificación rural basados en EE.RR. como el Programa Andino de Electrificación Rural en los países del eje andino (Perú, Ecuador y Bolivia) y el Proyecto de Energías Renovables en Mercados Rurales (PERMER) en Argentina, entre otros (Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) y GTZ, 2004).

¹ Energy Home System de su sigla en inglés, puede ser en base a energía solar, eólica, hidráulica y sistemas mixtos.

² Las micro-redes son sistemas donde se combinan varias fuentes de generación y consumo. En general, son sistemas centralizados y la electricidad se distribuye a través de la red local, a diferencia de los sistemas EHS donde la generación eléctrica y distribución es individual (Alliance for Rural Electrification (ARE), 2011). De aquí en adelante, se utilizará de forma sinónima los términos “micro-redes” y “microrredes”.

En Chile, a nivel general, se cuenta con el Programa Nacional de Electrificación Rural (PER) que pretende abastecer de energía eléctrica a comunidades rurales de escasos recursos, y que fomenta el uso de fuentes renovables en sistemas de autogeneración (CNE *et al.*, 2005) y con el Proyecto "Remoción de Barreras para la Electrificación Rural con Energías Renovables", trabajo conjunto entre el Gobierno de Chile y el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) que tiene por metas principales promover el uso de energías renovables no convencionales y mejorar las condiciones de vida de las regiones más pobres del país (PNUD, 2011a). Algunos proyectos particulares son la instalación de paneles fotovoltaicos en distintas comunidades de la Región de Coquimbo y micro-centrales hidroeléctricas instaladas en las localidades de Pallaco y San Pedro de Atacama (SUBDERE, 2007; CNE *et al.*, 2006; CNE, 2004). Cabe mencionar, además, que el uso de la energía solar y eólica para electrificar zonas rurales ha sido particularmente común en la zona norte del país, dada la disponibilidad de recursos naturales y, además, por las posibilidades de desarrollo de proyectos con financiamiento privado (empresas de minería principalmente).

Dentro de los proyectos de electrificación con fuentes de energía renovable, las micro-redes se plantean como una de las soluciones técnicas más competitiva hoy en día, especialmente para zonas aisladas, y, en general, consisten en la combinación de unidades de generación con energías renovables, un generador diesel y un banco de baterías (Rolland and Glania, 2011; ARE, 2011). A diferencia de los sistemas EHS, las microrredes permiten un suministro de energía eléctrica más estable y durante todo el día, gracias al banco de baterías y el generador diesel como sistema de respaldo (Vallvé *et al.*, 2006).

A nivel internacional existe una amplia variedad de experiencias de microrredes tanto en zonas urbanas en países como Dinamarca, los Países bajos, Estados Unidos, Japón, Canadá y España entre otros (Del Carpio *et al.*, 2010), como en zonas rurales en Ecuador, Sudáfrica, Marruecos y Bangladesh (Vallvé, 2010). Además, se destaca el desarrollo de micro-redes en islas para el suministro eléctrico, siendo algunos ejemplos la isla Kythnos en Grecia, Floreana en las islas Galápagos y la isla Santa Margarita en México (Del Carpio *et al.*, 2010; Agredano *et al.*, 2007; Trama TecnoAmbiental, s.a.).

Sobre el desarrollo de este tipo de sistemas en Chile, se destaca el proyecto Energización Sustentable Cóndor (ESUSCON), desarrollado por el Centro de Energía de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas en la localidad de Huatacondo, Provincia de Pozo Almonte, Región de Tarapacá. En esta comunidad rural, en septiembre de 2010 se implementó un sistema híbrido de generación que abastece de electricidad al pueblo las 24 horas del día y que cuenta con una planta fotovoltaica, un generador diesel, un banco de baterías y, a futuro, con una unidad de generación eólica (Garrido *et al.*, 2011). Además de ESUSCON, el Centro de Energía ha estado desarrollando otras iniciativas de micro-redes en la zona norte del país para la electrificación de comunidades aisladas.

El cambio hacia sistemas de generación distribuida y generación local, implican un cambio de paradigma en la producción de energía que no es sólo técnico, sino también social, cultural y de percepción de los mismos. Se tiende así, hacia sistemas de energía más

flexibles que pueden ser desarrollados a nivel comunitario e involucrar a los usuarios activamente en la producción y manejo de la energía (Alvial *et al.*, 2011).

Bajo este cambio de paradigma se insertan las micro-redes, un sistema donde la producción y el consumo de la energía son a nivel local y que es sustancialmente diferente del modelo tradicional por tres aspectos relevantes: producción a pequeña escala, apropiación local del sistema y beneficios ambientales y socioeconómicos para la comunidad asociada (Walker and Cass, 2007).

En cuanto a la apropiación local de los sistemas, esta se asocia, por una parte, a la aceptación de proyectos por parte de la comunidad y, por otra, a la participación de ésta en las distintas etapas del proyecto, donde aquellas iniciativas en las que la comunidad es involucrada activamente, tenderían a ser más exitosas en el tiempo (Walker y Cass, 2007 y Warren y McFayden, 2010).

Por otra parte, con respecto a los beneficios que pueden generarse para la comunidad, esto se asocia a que los sistemas locales de generación eléctrica pueden contribuir a la sustentabilidad³ de territorios específicos (Karger y Henningsa, 2009; Del Río y Burguillo, 2008). Dentro del ámbito ambiental, el principal impacto es la reducción de emisiones de CO₂ y de contaminación local (Rolland and Glania, 2011) y, en cuanto al ámbito socioeconómico, los principales beneficios mencionados son la diversificación y seguridad en el suministro energético, mejoras en educación, salud y comunicaciones, diversificación productiva y generación de empleo (Del Río y Burguillo, 2008). Sobre esto último, Shamsuzzohaa *et al.* (2012) plantea que el cambio hacia un sistema autónomo y sustentable de abastecimiento energético permite promover el desarrollo socioeconómico, lo que es particularmente relevante en el caso de proyectos de microrredes, pues generan una mayor cantidad de energía que los sistemas individuales, facilitando con ello la inclusión de usos productivos (Vallvé *et al.*, 2006).

Junto con lo anterior, el desarrollo de proyectos de micro-redes y de energías renovables en general, también pueden impactar de forma negativa a una localidad afectando las costumbres y formas de vida (de forma positiva o negativa) y/o generando conflictos de uso de suelo por el emplazamiento de las unidades generadoras (Shamsuzzohaa *et al.*, 2012; Alvial *et al.*, 2011).

Toda intervención tecnológica, inevitablemente generará impactos (positivos y negativos) sobre las comunidades en las que intervienen y, además de la necesidad de estar atentos a los cambios que se generan y poder manejarlos, éstos son signos de alerta para reaccionar ante posibles amenazas para el éxito de un proyecto (Alvial *et al.*, 2011).

³ A nivel territorial, la sustentabilidad debe definirse de forma más operativa y adaptada a los contextos territoriales. Así, a nivel local y asociado al desarrollo de proyectos, ésta se entiende como la mejora en las condiciones económicas, sociales y ambientales de un territorio en particular y, de esta forma, la mejora en la calidad de vida de la población que puede generar un proyecto específico (Del Río y Burguillo, 2008).

Bajo este contexto, el proceso de evaluación se plantea como una herramienta que permite monitorear los cambios que generan en el territorio, reaccionar ante estos y corregir efectos indeseados (Alvial *et al.*, 2011).

La evaluación de proyectos de generación eléctrica a nivel local, ha sido en base a metodologías generales como la propuesta por el Comité de Ayuda al Desarrollo (CAD) de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), que evalúa la pertinencia y cumplimiento de los objetivos, la eficiencia del desarrollo y el impacto y sustentabilidad del proyecto por medio de 5 criterios de evaluación: eficacia, eficiencia, relevancia, impacto, y sustentabilidad (Cubells, 2008; Ferrer-Martí, 2011). Otros, como Brent y Rogers (2010) y Del Río y Burguillo (2008), se han enfocado en analizar la sustentabilidad de los proyectos, el primero, planteando el uso y selección de un grupo de indicadores (técnicos, sociales, ambientales, etc) para determinar si un proyecto particular sería sustentable o no y, el segundo, planteando un marco metodológico específico para evaluar la sustentabilidad de proyectos de energías renovables.

La sustentabilidad⁴ de los proyectos de EE.RR ha sido analizada por diversos autores y es uno de los elementos clave que se deben abordar para evitar su fracaso en el futuro (Rolland and Glania, 2011; ARE, 2011; Del Río y Burguillo, 2008; The World Bank, 2008). En el caso de proyectos de micro-redes en particular, el éxito no sólo depende de su interacción con el territorio y los impactos que genera, sino también del involucramiento de las comunidades asociadas y, por supuesto, de factores técnicos y económicos.

Si bien resulta complejo saber a ciencia cierta si un proyecto de microrredes será sustentable o no, la evaluación de los mismos permite identificar las deficiencias y los elementos que pueden afectar su éxito, para luego corregirlos y tomar las acciones necesarias para favorecer dicha sustentabilidad. A lo anterior, se suma el hecho de que las evaluaciones permiten obtener una base de información para proyectos futuros, ayudando a evitar repetir errores y facilitar su desarrollo.

Considerando lo anterior y la relevancia de los impactos que puede generar un proyecto de este tipo sobre las comunidades y territorios asociados, la presente memoria aborda la evaluación de proyectos de microrredes en comunidades rurales del norte de Chile a nivel metodológico, en función de factores socioeconómicos y ambientales y con el fin de generar una herramienta que permita a los desarrolladores de proyectos y a las comunidades, medir el grado de impacto y tomar decisiones para favorecer el éxito del proyecto en el largo plazo.

En este trabajo, se acota el ámbito de estudio a la zona rural del norte del país, considerando la principal área de desarrollo de los proyectos del Centro de Energía y las principales fuentes de EE.RR. utilizadas en proyectos de micro-redes (energía solar y eólica) y altamente disponibles en la zona (potencial de generación). Además, la

⁴ Entendida como el éxito o permanencia del proyecto en el largo plazo, funcionando de manera óptima y sin la ayuda de agentes externos.

metodología de evaluación se plantea a nivel de propuesta, pues no será validada de manera completa y sólo se generarán modificaciones al cuerpo central de la misma a partir de una experiencia aplicada⁵.

1.1. Objetivo general

Generar una propuesta metodológica para la evaluación socioeconómica y ambiental de proyectos de micro-redes con fuentes de energía renovable en comunidades rurales del norte de Chile.

1.2. Objetivos específicos

- Diseñar una propuesta metodológica preliminar para la evaluación socioeconómica y ambiental de proyectos de micro-redes con fuentes de energía renovable en comunidades rurales del norte de Chile.
- Aplicar la propuesta inicial en un caso de estudio y generar una retroalimentación sobre la misma, identificando sus fortalezas y debilidades y realizando las correcciones necesarias.
- Generar una propuesta metodológica final, incluyendo los resultados obtenidos en el objetivo anterior.

⁵ Se plantea necesario aplicar una metodología en varios casos de estudio y realizar un análisis en profundidad para poder validarla, lo que escapa al alcance y recursos disponibles para la realización de este trabajo.

2. MÉTODOS

Para el desarrollo de la propuesta metodológica y siguiendo los objetivos planteados, se planteó, primero, generar una propuesta preliminar consistente en el cuerpo central de la misma, luego, aplicar esto en un caso de estudio definido (Huatacondo) y, finalmente, generar la propuesta metodológica final que consiste en etapas para la evaluación un proyecto de microrredes. En la Figura 1 se presenta un esquema general de la metodología utilizada y a continuación se detallan los pasos desarrollados.

2.1. Desarrollo de propuesta metodológica preliminar

Se generó el cuerpo central de la propuesta metodológica que consiste en la definición de criterios⁶, variables a evaluar, la creación de indicadores para cada una y la generación de un cuestionario para la recolección de información.

Primero, se realizó una revisión de evaluaciones de proyectos de microrredes y proyectos de electrificación con fuentes renovables que plantearan las metodologías utilizadas, además de una revisión de metodologías de evaluación generales. A partir de esta revisión se identificaron los criterios de evaluación utilizados en otros casos, seleccionando y definiendo los más relevantes según los objetivos de la propuesta.

Para definir las variables, se utilizaron como base los proyectos revisados en el paso anterior, otros casos de estudio y estudios de nivel general⁷. Los casos de estudio utilizados fueron seleccionados a partir de una revisión bibliográfica de proyectos de microrredes y proyectos y programas de electrificación con energías renovables, priorizando aquellos de nivel regional (Sudamérica). Los criterios utilizados para la selección de los casos de estudio fueron los siguientes:

- Las localidades asociadas a los proyectos deben corresponder a zonas rurales y ubicarse lejos de los grandes centros de distribución de energía.
- Las principales fuentes de generación deben ser energías renovables. Si bien es posible que existan otras fuentes de generación, se priorizarán aquellos casos donde se utilicen energías renovables.
- Existencia de información sobre la evaluación y/o resultados de los proyectos.

⁶ Se entenderá por criterio aquellos elementos que responden al ¿Qué evaluar? de una forma general, por variables a aquellos que responden de forma específica a la pregunta anterior y por indicadores a los elementos que responden al ¿Cómo evaluar?.

⁷ Se refiere a estudios sobre el impacto del acceso a la energía para las comunidades que analizan varios proyectos a la vez o a estudios de nivel teórico y/o metodológico.

Tras esto, se generaron los indicadores (cuando fue posible) cuantitativos, cualitativos y/o mixtos según el tipo de variable y se incluyó la percepción de la comunidad como elemento relevante para la evaluación de las distintas variables. Luego se creó el cuestionario tipo que permitiera obtener la información para la medición de los indicadores, tomando como referencia el manual de Santesmases (2009) sobre diseño de encuestas y la metodología de investigación de Hernández *et al.* (1997).

2.2. Aplicación de la propuesta metodológica preliminar

El cuerpo central de la propuesta fue aplicado en Huatacondo, Provincia de Pozo Almonte, Región de Tarapacá, en el marco del proyecto de micro-redes ESUSCON, con el objetivo de evaluar la pertinencia de utilizar las variables e indicadores definidos en un caso chileno y realizar correcciones posteriores, tanto a nivel de contenido como de forma (esto último referido al diseño de los indicadores y las preguntas del cuestionario, principalmente).

Previo a la aplicación en terreno, se realizó una revisión de la información existente del proyecto ESUSCON y se realizó una breve caracterización del mismo y de Huatacondo, para contextualizar la aplicación de la propuesta, la que consideró los siguientes aspectos:

- Características socioeconómicas y ambientales generales de la localidad.
- Características de la micro-red y su funcionamiento general desde la implementación.

Luego, de manera general, se identificaron las fortalezas y debilidades de las variables, indicadores y cuestionario iniciales, en función de la facilidad para su aplicación y la claridad de los mismos. Esta identificación se realizó considerando que estos elementos puedan ser aplicados por los desarrolladores de proyectos y/o por las propias comunidades.

Por fortaleza se consideraron las características de las variables, indicadores y cuestionario que fueron de más fácil y directa aplicación sin generar dudas en los entrevistados y por debilidad se entendieron aquellos elementos que fueron de difícil aplicación y/o difícil comprensión por parte de los entrevistados. Tras esto, se identificaron las variables, indicadores y preguntas del cuestionario que no podía ser aplicados y/o no eran apropiados, aquellos que requerían de alguna modificación y aquellos faltantes que debían agregarse.

2.3. Generación de la propuesta metodológica final

Se realizaron las modificaciones necesarias al cuerpo central de la propuesta en base a las fortalezas y debilidades identificadas en el objetivo anterior, manteniendo las primeras y corrigiendo las segundas. Además, se eliminaron o modificaron variables e indicadores según fue necesario y se incluyeron los elementos faltantes.

Se generó la propuesta metodológica final planteando etapas a seguir para la evaluación de los proyectos en cada caso de estudio, dentro de las cuales se incorporaron las variables e indicadores corregidos con anterioridad. El diseño final incorporó tanto elementos cuantitativos como cualitativos y consideró la participación de la comunidad en la propia evaluación.

Finalmente, se generaron recomendaciones para la futura aplicación de la propuesta.

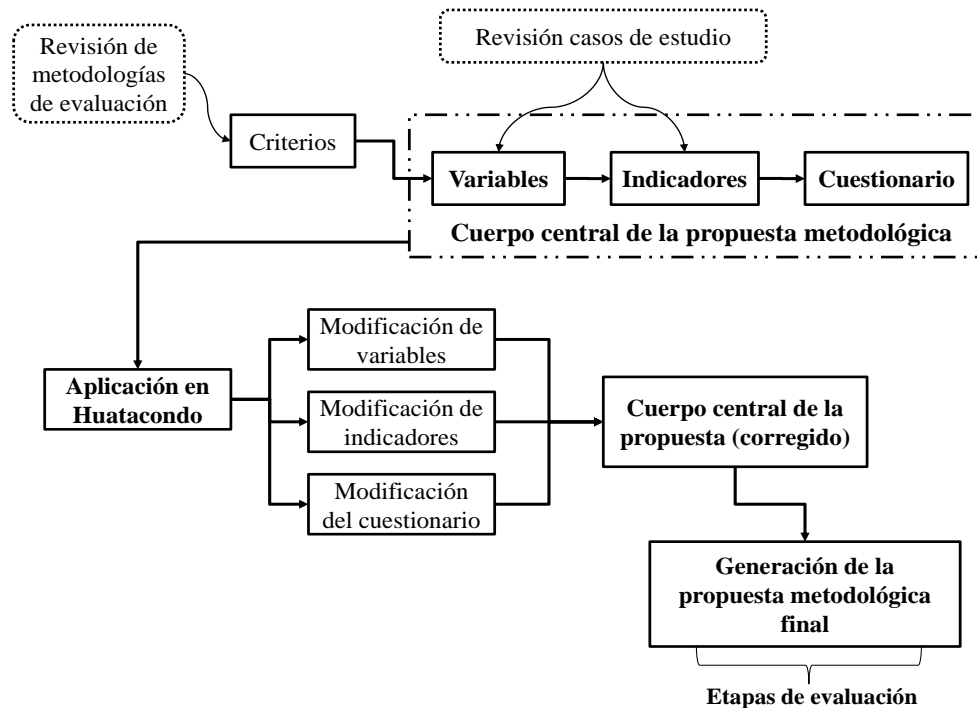


Figura 1. Esquema general de la metodología de trabajo utilizada (Fuente: elaboración propia).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Marco general de la propuesta metodológica

En primer lugar, esta propuesta metodológica de evaluación tiene los siguientes objetivos: conocer el grado de impacto que ha tenido un proyecto sobre las comunidades asociadas y analizar el éxito que pueden tener en el largo plazo. La evaluación permitirá corregir las deficiencias y/o problemas que se hayan presentado y tomar acciones para favorecer la sustentabilidad de los proyectos.

En segundo lugar, la propuesta considera aspectos generales o comunes que pueden ser aplicados a distintos casos de estudio y se plantea como una herramienta práctica de evaluación para los desarrolladores, en un inicio, y que luego pueda ser utilizada por las comunidades ligadas a los proyectos para evaluaciones posteriores, de manera que puedan medir el avance de los mismos sin depender de agentes externos.

Por otra parte, uno de los elementos base de la propuesta es la relevancia del involucramiento de las comunidades en los proyectos de micro-redes, tomando en cuenta no sólo su percepción sobre los mismos y los impactos que generan, sino también, tal como señala Corbiere-Nicollier et al. (2003), la necesidad de que participen del proceso de evaluación al igual que en las otras etapas de los proyectos.

Otro aspecto relevante de la propuesta y relacionado a lo anterior, es el uso y combinación de elementos cuantitativos y cualitativos. Si bien generar una metodología que integre efectivamente ambos métodos de investigación es complejo y puede tomar distintas formas, para los objetivos de esta propuesta metodológica, se combinaron ambas visiones para la evaluación de los impactos de los proyectos, tomando los resultados de manera complementaria y se consideraron elementos de la investigación cualitativa para el desarrollo del cuestionario y de las etapas planteadas en la propuesta metodológica final.

Por último, si bien para toda evaluación resulta ideal comparar una situación inicial (sin proyecto) con una final (luego de la implementación del proyecto), considerando que pueda ser aplicada para proyectos en curso y fin de ampliar la cantidad de proyectos para los que puede utilizarse, la metodología se diseñó bajo la inexistencia de una línea base, debiendo recabar toda la información al momento mismo de la evaluación.

3.2. Propuesta metodológica preliminar

Como se mencionó, la propuesta metodológica preliminar corresponde al cuerpo central de la misma, comenzando por los criterios de evaluación y centrado en la definición de las variables a evaluar y la creación de los indicadores y cuestionario asociado. A continuación, se presenta la revisión bibliográfica de metodologías de evaluación realizada y la definición de los criterios de evaluación. Luego, se presenta el desarrollo de los otros elementos del cuerpo central de la propuesta.

3.2.1. Revisión bibliográfica de metodologías de evaluación

En general, la mayoría de la información encontrada sobre la evaluación de proyectos como los señalados, corresponde a los principales resultados o efectos que generaron en las distintas localidades y sólo unos pocos especifican la metodología utilizada. Considerando esto, se describen sólo 4 metodologías de evaluación que poseían suficiente (y detallada) información para el desarrollo de la propuesta.

3.2.1.a. Evaluación proyecto de electrificación en Bolivia: Ferrer-Martí *et al.* (2011) realizó la evaluación de un proyecto de electrificación rural en Turco y Challapata, dos localidades de la zona andina de Bolivia, que consistió en la instalación de generadores eólicos individuales para 22 familias. La evaluación tuvo como objetivo medir el grado de avance del mismo, determinar fortalezas y debilidades y corregir las desviaciones, permitiendo además mejorar futuros proyectos. Los aspectos evaluados fueron: la cobertura real del proyecto en cuanto a beneficiarios directos e indirectos, el grado de apropiación de las actividades por los beneficiarios, el alcance de la intervención a nivel regional y su integración con otros niveles, el grado de impacto de las primeras acciones, la eficacia de los mecanismos de monitoreo, el grado de involucramiento de las actividades planificadas a nivel local y regional y de los beneficiarios.

Los criterios de evaluación utilizados, definidos por especialistas técnicos y sociales y un equipo evaluador (personas externas a la comunidad), son:

- Relevancia: Evalúa la idoneidad de la intervención con respecto a las necesidades locales, si la propuesta es válida técnicamente, si resuelve problemas reales y es apropiada al contexto en que se enmarca.
- Eficiencia: Examina la relación entre las actividades ejecutadas y los resultados y la relación entre éstos y la inversión inicial.
- Eficacia: Mide el grado de conformidad entre los objetivos específicos iniciales y los resultados actuales de los beneficios esperados para los usuarios.

- Impacto: Mide los efectos netos del proyecto tomando en cuenta a todos los *stakeholders*⁸.
- Sustentabilidad: Analiza la posibilidad de mantener los efectos positivos del proyecto una vez que se acaba la ayuda externa, tomando en cuenta todos los factores relevantes.
- Coherencia: Analiza la compatibilidad entre los objetivos, actividades y los resultados esperados de las políticas públicas y recomendaciones de organizaciones internacionales.
- Instalaciones: Este criterio revisa la conformidad con la norma boliviana para la instalación de sistemas fotovoltaicos.

Se generaron indicadores para cada criterio y, a su vez, este fue dividido en componentes, los que fueron medidos a través de la revisión de documentación del proyecto, entrevistas a actores relevantes y encuestas y visitas a las casas de cada usuario del sistema.

Cada componente fue medido bajo un escala de 1 a 5, siendo 5 el puntaje máximo (cumplimiento del resultado esperado), y luego se generó un puntaje por indicador y por criterio. La calificación de cada componente y el peso de cada criterio fueron definidos por un grupo de expertos previo a la recolección de información. El resultado final corresponde a un porcentaje de logro del proyecto.

3.2.1.b. Evaluación proyecto El Alumbre en Perú: El proyecto El Alumbre consistió en entregar energía eléctrica a 35 familias de la localidad de El alumbre en la zona andina de Perú mediante aerogeneradores individuales. La evaluación de este proyecto fue realizada por Cubells (2008) que consistió, en una primera etapa, en la revisión de la documentación existente del proyecto, la definición de las hipótesis, la revisión de distintos manuales de evaluación de proyectos de cooperación (ya sea de acceso a energía u otros) y el estudio de otros proyectos de electrificación.

Se trabajó según el modelo del CAD de la OCDE y el propuesto por el Ministerio de Asuntos Exteriores y Cooperación de Perú, que considera los siguientes criterios: eficacia, eficiencia, pertinencia, impacto, viabilidad, sostenibilidad.

Estos criterios son muy similares a la evaluación del proyecto en Bolivia, pero considera la viabilidad, que se refiere a la factibilidad de realizar el proyecto con los medios propuestos. Además, los criterios señalados se subdividieron en ámbitos: técnico, sociocultural,

⁸ Corresponden a cualquier grupo o individuo que puede afectar o ser afectado por el logro de los objetivos de la empresa o proyecto (González, 2007).

económico, ambiental y transversal. Luego se definieron las variables en función de dichos ámbitos y criterios y se generaron los indicadores.

Para medir los indicadores, se recopiló información de la documentación existente del proyecto, se realizó un monitoreo técnico y se realizaron entrevistas y reuniones con los usuarios del sistema, además de entrevistas a actores claves de la comunidad y a los encargados del proyecto.

En cuanto a los resultados de la evaluación, éstos sólo fueron presentados bajo un análisis general, sin un método preciso para determinar el resultado total del proyecto como en el caso anterior.

3.2.1.c. Evaluación proyecto de electrificación en Lucingweni, Sudáfrica: Brent y Rogers (2010) generaron y aplicaron una metodología de evaluación a un proyecto de electrificación en la localidad de Lucingweni en Sudáfrica, que consistía en una microrred basada en energía solar, eólica y en un sistema de almacenamiento. Esta evaluación se enfocó en determinar la sustentabilidad del sistema de energía y de este tipo de proyectos en general, dentro del contexto africano.

Primero los autores identificaron los elementos de la sustentabilidad ligados a estos sistemas tecnológicos y los indicadores asociados, a partir de los Objetivos de Desarrollo del Milenio de las Naciones Unidas, el Informe Brundtland de la Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y Desarrollo de las Naciones Unidas que plantea las condiciones para la sustentabilidad y el Informe Stern sobre la economía del cambio climático.

Una vez definido el conjunto inicial de indicadores, este es analizado por un grupo de expertos en cada ámbito de la sustentabilidad para seleccionar los más adecuados, luego se priorizaron aquellos indicadores que tenían suficiente información disponible para su evaluación y finalmente se trabajó con los *stakeholders* asociados al sistema para hacer la selección final de indicadores y agregar otros aspectos que pudieron no haberse considerado en un comienzo.

Algunos de los indicadores utilizados fueron: años de educación, acceso a servicios básicos, energía asequible (en costos para el usuario), emisiones de CO₂, diversidad biológica, disponibilidad de recursos energéticos, expectativa de vida y productividad.

Para la evaluación de la sustentabilidad del proyecto, se analizó el resultado de la medición de cada indicador, sin un método agregado que presentara el resultado total del proyecto.

3.2.1.d. Metodología de evaluación del CAD de la OCDE: El Comité de Ayuda al Desarrollo, en el marco de la realización de proyectos de cooperación entre países desarrollados y otros en vías de desarrollo, generó principios, criterios y ciertos estándares para el desarrollo de evaluaciones de este tipo de proyectos (CAD, 1991)⁹.

En cuanto a los propósitos de la evaluación, se plantean de forma general dos aspectos: el mejorar los futuros programas, proyectos y líneas de acción a partir de las lecciones aprendidas y el generar una base de información sobre los mismos.

Esta metodología plantea criterios de evaluación que, si bien se enfocan a proyectos de cooperación internacional, son similares a los expuestos en las evaluaciones de los proyectos en Bolivia y Perú.

A continuación se indican algunas preguntas según cada criterio, que sirven como guía para la evaluación:

- Relevancia: *¿En qué medida siguen siendo válidos los objetivos del proyecto o programa?, ¿Las actividades y resultados del proyecto o programa están acordes con los objetivos del mismo?, ¿Las actividades y resultados del proyecto o programa están acordes con los impactos esperados?*
- Eficacia: *¿En qué medida fueron logrados los objetivos o son probables de ser logrados?, ¿Cuáles son los principales factores que influyen en el cumplimiento o no de los objetivos?*
- Eficiencia: *¿Las actividades fueron costo-eficientes?, ¿Los objetivos fueron logrados a tiempo?, ¿El proyecto o programa implementado fue el más eficiente en comparación con otras alternativas?*
- Impacto: *¿Qué ha ocurrido como resultado del proyecto y programa?, ¿Qué diferencia real ha generado para los beneficiarios la actividad desarrollada?*
- Sustentabilidad: *¿En qué medida se mantendrán los beneficios del proyecto o programa una vez cuando termine la ayuda externa?, ¿Cuáles son los principales factores que influyen en el logro o no de la sustentabilidad del proyecto o programa?*

⁹ Para el desarrollo de la propuesta, cabe considerar la definición de evaluación propuesta por el CAD: “Una evaluación consiste en hacer una apreciación lo más sistemática y objetiva posible, sobre un proyecto terminado o en curso, un programa o líneas de acción, en su diseño, implementación y resultados. Se trata de determinar la pertinencia y grado de cumplimiento de los objetivos, la eficiencia del desarrollo, la eficacia, el impacto y la sustentabilidad. Una evaluación debe proporcionar información creíble y útil, que permita incorporar las lecciones aprendidas en el proceso de toma de decisiones, tanto en los países receptores como en los donantes”.

Otros aspectos que plantea el CAD son recomendaciones para la realización de evaluaciones como la necesidad de definir un propósito y alcance, de planificar la evaluación de forma adecuada, de velar porque sea un proceso imparcial y que exista retroalimentación con los participantes de los proyectos y programas sobre los resultados obtenidos.

3.2.2. Criterios de evaluación

Dentro de las metodologías de evaluación revisadas, se tomaron como base para la generación de esta propuesta los criterios de evaluación planteados por el CAD y los principios de evaluación como marco general para el desarrollo de la misma. Considerando esto y los objetivos de la propuesta definidos con anterioridad, se utilizarán sólo 2 criterios de evaluación:

- **Impacto:** comprende el análisis de los impactos socioeconómicos y ambientales generados por el proyecto
- **Sustentabilidad¹⁰:** es el análisis del funcionamiento del proyecto a largo plazo, cuando no exista ayuda externa.

En cuanto a los otros criterios planteados por el CAD, éstos permiten evaluar aspectos generales del proyecto, como la adecuación de éste al contexto en que se desarrolla (relevancia) o el grado de cumplimiento de los objetivos (eficacia), no obstante, considerando que los objetivos de esta propuesta apunta de forma específica a medir el grado de impacto y sustentabilidad del proyecto, elementos generales como los mencionados no precisan ninguno de estos aspectos.

Junto con esto, en el caso del criterio de eficacia, los objetivos de cada proyecto son particulares, por lo que las variables a definir también. Dado que la propuesta considera aspectos generales aplicables a distintos casos de estudio, dicho criterio no podría desarrollarse de forma general. Además, en este caso deben existir objetivos específicos, claros y precisos de cada proyecto, lo cual es independiente del proceso de evaluación para proyectos en curso.

Por otra parte, en el caso del criterio de eficiencia, éste se asocia a una evaluación económica y, si bien corresponde a una de las dimensiones de la sustentabilidad del proyecto, se encuentra fuera del marco de trabajo de esta memoria.

¹⁰ Este criterio es entendido desde el punto de vista del proyecto y su permanencia en el tiempo, y no desde el territorio asociado y su desarrollo (sustentable), aunque ambos elementos se encuentran relacionados, como se explica más adelante.

3.2.3. Variables para la evaluación

A continuación, se presentan las variables de evaluación incluidas en la propuesta metodológica, diferenciadas según los criterios planteados con anterioridad.

3.2.3.a. Variables de Impacto: Las variables asociadas al criterio de impacto se identificaron principalmente a partir de los distintos casos de estudio analizados y los efectos que generaron los proyectos. Se identificaron dos tipos de impactos: socioeconómicos y ambientales, sobre los cuales se definieron las variables de evaluación. Los primeros se refieren a los efectos sobre la vida de los habitantes y de las comunidades como tal, en el ámbito económico (ingresos, empleo, etc.), social (servicios básicos, salud, educación, etc.) y cultural (tradiciones, costumbres, hábitos, etc.). Los segundos se refieren a los impactos sobre el medio físico y natural donde se insertan las comunidades y los proyectos y, dado que el ámbito de estudio definido para esta propuesta es la zona norte de Chile, se identificarán y analizarán sólo aquellos impactos asociados a las principales fuentes de energía renovable disponibles en el territorio y que podrían utilizarse en los proyectos: energía eólica y energía solar.

Un elemento importante para la definición de las variables fue el hecho de que un proyecto de microrredes puede influir sobre el desarrollo de las comunidades, y que este, según el concepto de las Naciones Unidas en el marco de los Objetivos de Desarrollo del Milenio, se entiende tanto desde el aspecto económico, como el asociado a salud, educación, comunicaciones, etc. Por lo anterior, se definieron variables para los distintos ámbitos de desarrollo de las localidades, siendo todas de igual relevancia para la evaluación y el análisis posterior.

En total se seleccionaron 23 casos de estudio que cumplían con los criterios establecidos en la metodología de trabajo (ver Apéndice 1):

- 6 proyectos de microrredes
- 4 sistemas individuales de generación (eólicos y solares)
- 4 proyectos de electrificación en base a plantas fotovoltaicas
- 3 proyectos de micro-centrales hidroeléctricas.
- 5 programas de electrificación rural en base a distintos tipos de energía
- 1 proyecto de microrred con generación diesel

Impactos socioeconómicos

En general, no existen grandes diferencias entre los impactos socioeconómicos de los distintos casos de estudios, pues aquéllos se asocian a los beneficios de la energía eléctrica para el desarrollo local y la calidad de vida en general, independiente de la fuente de generación. No obstante, los proyectos de micro-redes, plantas fotovoltaicas y micro-centrales hidroeléctricas se diferencian del resto pues, en general, permiten disponer de

mayor cantidad de energía que los sistemas individuales (EHS). Vallvé *et al.* (2006) compara, por ejemplo, microrredes solares híbridas con sistemas EHS, indicando que al estar todos los usuarios conectados a una misma fuente de generación (o varias) y con apoyo de un generador diesel y/o banco de baterías, existe una mayor disponibilidad de energía para cada uno y la posibilidad de abastecerse las 24 horas del día de electricidad, a diferencia de la limitación estricta que plantea un EHS. Según esto, los sistemas de microrredes donde existe un sistema central y no uno por casa, permiten una mayor cantidad y diversidad de usos de la energía.

Así, en proyectos como los de Bolivia, Perú, Eritrea y Mauretania (EHS), los usos no van más allá de iluminación básica, carga de celulares, y uso de radio y televisión. En cambio, en los proyectos donde existe una mayor capacidad de generación instalada y mayor cantidad de horas diarias de electricidad, los usuarios han podido desarrollar nuevas actividades productivas, potenciar el desarrollo de las existentes y acceder a artefactos eléctricos de mayor potencia (ARE, 2010; PNUD, 2011b; Asociación SEBA, 2011).

Diversos autores plantean que los proyectos de energía como los descritos pueden estimular el desarrollo local generando empleos y nuevas actividades económicas y aumentando además los ingresos de la gente (Thomson, 2008; Chaurey and Chandra, 2010). No obstante, se debe considerar que el desarrollo de nuevas actividades e incluso microempresas como se evidencia en los casos de Nepal, Fiji y Sri Lanka, también se ve influenciado por las capacidades y conocimientos locales y la posibilidad de transportar sus productos si es el caso, entre otros factores (PNUD, 2011b).

En cuanto a la generación de empleos, éstos pueden ser para la mantención y operación de los sistemas como en los proyectos de Akane, Mauretania y Sengor. En cuanto al empleo en la fase de construcción, por otra parte, resulta más relevante en proyectos de mayor magnitud como algunas granjas eólicas en Austria donde la construcción de los caminos, los movimientos de tierra y la construcción de las bases de las turbinas ofrecen empleo a la población local (Thomson, 2008).

Un impacto un poco más indirecto ligado a las actividades económicas, es que los proyectos de microrredes y de energías renovables en general, tienen potencial para un desarrollo turístico gracias a las estructuras instaladas. Según Shamsuzzohaa *et al.* (2012) esto puede ser percibido de forma positiva o negativa por las comunidades locales. Positivo pues puede generar ingresos económicos con las visitas de turistas y negativo pues estas visitas pueden perturbar la tranquilidad y la vida diaria de la comunidad. Si bien en los casos de estudio revisados no hay evidencia de desarrollo turístico a partir de los proyectos, se debe tener presente en el caso que exista en los proyectos donde se aplicará la propuesta metodológica.

Con respecto al uso de nuevos artefactos eléctricos, esto podría mejorar la productividad en algunas actividades y reducir el esfuerzo y las horas de trabajo para hombres y mujeres (PNUD, 2011b). Además, esto genera un efecto asociado al tiempo libre y de recreación de los usuarios, por ejemplo, en los casos de Emnazeil, Pallaco y San Pedro, la inserción de la

lavadora permitió reducir el trabajo en el hogar de las dueñas de casa y tener más tiempo libre para tejer o leer, entre otras cosas.

Otro de los efectos que se pueden generar, es sobre la educación de los niños, referido a la mejora de las condiciones y el ambiente de estudio por la mejor iluminación, la mayor cantidad de horas de luz (iluminación nocturna) y el acceso a medios multimedia para las clases, como ocurre en los proyectos de microrredes en Cauchal, Marruecos y Sabah y en otros proyectos como los de Pallaco, San Pedro y Mpeketoni. En proyectos de EHS y otros con baja capacidad de generación eléctrica, el principal efecto es la mayor disponibilidad de horas de luz para estudiar.

Los cambios señalados se relacionarían con una mejora en el rendimiento y desempeño escolar de los niños (y adultos según el caso). Un estudio del Banco Mundial en las Filipinas (Energy Sector Management Assistance Programme (ESMAP), 2003) plantea una relación positiva entre los logros educativos de niños y adultos y la mejora en las condiciones de estudio que genera la electricidad, especialmente durante la noche. En esta investigación, se miden de forma precisa las horas de estudio y lectura de niños y adultos con y sin acceso a electricidad, considerando y controlando otros factores que podían afectar el tiempo dedicado a estudiar (ingreso familiar, género, ocupación, tipo de vivienda, propiedad de la vivienda), para tratar de determinar en específico el efecto de la electricidad sobre los logros educativos. Dicho efecto puede ser positivo o negativo según los resultados de ESMAP (2003), donde el segundo caso sería producto del acceso a la televisión que desplazaría el tiempo dedicado a estudiar.

Sólo 3 proyectos plantean que existe una mejora en el rendimiento escolar de los niños (El Alumbre, PREDP Timor-este y Mpeketoni) y, se debe considerar que éste depende de una variedad de factores además del ambiente de estudio y el acceso tecnológico, como las capacidades y características propias de cada niño, al entorno social y familiar, la influencia de los padres, las condiciones físicas y ambientales de la escuela, sus profesores, etc. (Mella y Ortiz, 1999). Por lo anterior, el impacto de la electricidad sobre el rendimiento escolar sólo se plantea de forma indirecta a través de variables intermedias como las horas dedicadas a estudiar o la mejora en las condiciones de estudio de los niños.

Un último aspecto en la relación electricidad-educación es la facilitación del trabajo de los profesores, pudiendo procesar la información y obtener material para las clases de manera más fácil y eficiente. Además, el acceso a electricidad facilitaría atraer y mantener profesionales para el funcionamiento de los colegios (Kirubi *et al.*, 2009). Los aspectos mencionados, si bien pueden ser relevantes para la educación de los niños, la relación es mucho más compleja que los otros efectos descritos y, además, no se presentaron de forma generalizada en los casos de estudio. Por lo anterior, estos aspectos no se consideraron dentro de la propuesta.

En cuanto al impacto de la electricidad sobre las condiciones de salud de los habitantes, en los casos de estudio revisados el más común se asocia a la reducción de polución dentro de las casas por el reemplazo de lámparas de keroseno y velas por ampolletas para

iluminación. En el caso de Bhutan se plantea también una mejora en el servicio de salud por la iluminación en la clínica local y en el caso de San Pedro se evidencia una mejora en las condiciones de higiene en los hogares por el uso del refrigerador, lavadora, otros artefactos eléctricos para limpieza y la mayor cantidad de luz para limpiar.

Junto con esto, IEG (2008, citado por Kirubi *et al.*, 2009) y CITRIS (2008, citado por Kirubi *et al.*, 2009) señalan la importancia que puede tener la televisión en relación a la salud, pues ésta (además de la radio, computadores e internet) entrega información útil para la prevención de enfermedades y el cuidado de la salud, además de que la electricidad facilitaría la permanencia de profesionales del área. Estos impactos, al igual como ocurre en algunos efectos sobre la educación, son indirectos y muy complejos de evaluar por la existencia de varios otros factores asociados. Junto con lo anterior, otro aspecto es el analizado por ESMAP (2003), sobre los días perdidos de trabajo y de colegio por causa de enfermedades y el efecto que el acceso a electricidad pudo tener sobre éstos, no encontrándose una relación significativa entre ambos.

Otro impacto asociado al acceso a electricidad es el suministro de agua potable en las localidades. En el caso de Huatacondo, por ejemplo, la micro-red instalada incluye una planta fotovoltaica pequeña para la bomba de agua potable (Garrido y Álvarez, 2011). Otros ejemplos son el caso de Mauretania con la instalación de turbinas eólicas que permitieron mejorar el abastecimiento de agua y comunidades rurales de Mali donde se instalaron sistemas híbridos diesel/solar para el bombeo de agua (ARE, 2010).

En otro aspecto, otros de los impactos referidos en los casos de estudio son el acceso a información, comunicaciones y medios de entretenimiento, por la inserción del teléfono, radio, televisión y computadores (con internet en algunos casos) que permite a los habitantes de localidades aisladas (especialmente) permanecer en contacto con familiares y personas de otros pueblos y ciudades y acceder a distintos tipos de información y servicios (Chaurey and Chandra, 2010). Además, la televisión se presenta como un medio de entretenimiento importante para adultos y niños como se plantea en los casos del FREP en Fiji, el REDP en Nepal y San Pedro.

Otro efecto asociado al acceso a electricidad, y en particular a la iluminación nocturna, es la sensación de seguridad de los habitantes en sus casas y en la vía pública, como se evidencia en los casos de Pallaco, San Pedro, el FREP en Fiji y el RERED en Sri Lanka. El estudio del ESMAP (2003) también analiza este aspecto mediante encuestas realizadas a personas que viven con y sin electricidad, obteniendo como resultado que aquellos con acceso a electricidad se sienten más seguros en sus casas en la noche que los que no.

Un último impacto se refiere a las relaciones dentro de la comunidad, la interacción entre los habitantes y el capital social. La mayor cantidad de horas de luz y la mayor cantidad de tiempo libre permite realizar otras actividades como reuniones comunitarias, tal como se presenta en los casos de estudio en Pallaco, San Pedro y el proyecto ACCESS en Filipinas, lo que permitiría mejorar la comunicación entre los vecinos y aumentar el capital social dentro de la comunidad. Además, en los proyectos de microrredes en particular, la

participación de la comunidad y el trabajo cooperativo permitirían mejorar el capital social de las comunidades, además de mejorar la organización y estructuras locales para la toma de decisiones. (Walker et al., 2010; ARE, 2011).

En el Cuadro 1 se presentan los principales impactos socioeconómicos que se utilizarán en la propuesta metodológica y las variables asociadas. Es necesario considerar, que dichos impactos se incluyen dentro de procesos de desarrollo mucho más complejos y que, por tanto, se seleccionaron y definieron aquellos que pudieran ser medidos de forma directa y/o que la influencia entre el proyecto y el efecto asociado fuera lo suficientemente clara, aislando para ello la mayor cantidad de factores externos. Así, fue necesario abordar ciertos impactos de forma intermedia como en el caso de la educación donde no se utilizó el rendimiento escolar por ser una variable compleja y sobre la cual influyen gran variedad de factores, lo mismo ocurre en los efectos sobre la salud, donde el medir los días laborales perdidos o días de enfermedad no permiten determinar el efecto particular de un proyecto de electrificación con EE.RR. sobre estas variables. Asimismo, se decidió abordar el ámbito de interacción social con variables asociadas a la relación entre los vecinos y a su participación en actividades sociales formales, no obstante, se debe considerar que estos fenómenos, sumado al desarrollo del capital social, son de mayor complejidad que otras variables planteadas.

Cuadro 1. Impactos y variables socioeconómicas identificadas, según ámbito

Ámbito	Impacto	Variable
Bienestar económico	Generación de nuevas actividades productivas	Nuevas actividades productivas
	Desarrollo y mejora de las actividades productivas actuales	Eficiencia de las actividades actuales
	Generación de empleo por el proyecto	Empleos generados
	Aumento de ingresos	Ingresos económicos generados
	Ahorro de dinero por menor compra de velas, keroseno, diesel, etc	Ahorro familiar
Educación	Mayor cantidad de tiempo y luz para estudiar	Horas de estudio
	Mejora en las condiciones de estudio	Condiciones de estudio
Salud	Mejora en condiciones de higiene al tener mayor luz, refrigerador, lavadora, etc	Condiciones de higiene
	Mejora de servicios de salud (postas locales)	Calidad de los servicios de salud

(continúa)

Cuadro 1 (continuación)

Ámbito	Impacto	Variable
Servicios básicos	Mejora en el suministro de agua potable	Suministro de agua potable
Información y Comunicaciones	Mayor acceso a información	Acceso a información
	Mejora en comunicaciones (acceso a teléfono fijo, celular, internet, etc)	Acceso a comunicaciones
Seguridad	Mayor sensación de seguridad (por alumbrado público e iluminación en las casas)	Sensación de seguridad durante la noche
Recreación y tiempo libre	Mayor cantidad de tiempo para hacer otras cosas	Tiempo libre
	Mejora en medios de entretenimiento (televisor, computadores, etc)	Acceso a medios de entretenimiento
Interacción social	Mejor relación entre vecinos	Relación entre vecinos
	Mayor cantidad de tiempo invertido en actividades sociales formales	Actividades sociales formales

(Fuente: elaboración propia).

Impactos ambientales

Con respecto a los impactos ambientales, existen diferencias claras entre los distintos proyectos, asociadas principalmente a la reducción de emisiones de CO₂ y otros gases de efecto invernadero que implica el uso de energías renovables al reemplazar generadores diesel como fuente de generación y/o reducir su uso, tal como ocurre en el caso de las microrredes de Floreana y Puerto Alcatraz donde sistemas híbridos reemplazan a los generadores diesel.

En el caso de los sistemas de generación eólica, se plantea que sus partes pueden ser removidas y recicladas con facilidad, reduciendo emisiones, y que, en comparación con proyectos de gran envergadura como termo o hidroeléctricas, la huella en el paisaje es mucho menor (Thomson, 2008). Con respecto a esto, si bien comparado con las grandes granjas eólicas, los proyectos locales de energía generan un impacto mucho menor en el paisaje, aún así existe y debe considerarse (Gipe, 2006, citado por Thomson, 2008). Además, pueden haber visiones opuestas sobre las instalaciones eólicas donde, mientras algunos habitantes creen que son elementos interesantes y aceptables en el ambiente, otros creen que dañan el paisaje (Corscadden *et al.*, 2012).

Por otra parte, para la instalación de los aerogeneradores se requieren trabajos de remoción de tierra, construcción de cimientos y, al igual que en el caso de plantas fotovoltaicas, algunas veces se requiere mejorar o construir caminos para acceder al sitio, además del tendido eléctrico que debe instalarse. Thomson (2008) señala que todos los aspectos mencionados pueden tener impacto medioambiental asociado al levantamiento de polvo e intervención del hábitat de flora y fauna, describiendo dichos impactos en base a granjas eólicas comunitarias de al menos 500 kW. Dado que los proyectos estudiados que presentan fuentes de generación eólica son de bastante menor capacidad y con instalaciones de un tamaño considerablemente menor, los impactos señalados serían menores y de muy baja consideración, por lo que no se incluirán en la propuesta.

Con respecto a otros impactos asociados a los generadores eólicos se señala el perjuicio para las aves de la zona, quienes chocan contra las estructuras y hélices. Ashby (2004) plantea que en comparación con otras causas de muertes de aves como producto de depredadores y atropellos, el impacto es mínimo, no obstante, su importancia depende de factores como la ubicación y las especies involucradas, tomando mayor relevancia, por ejemplo, si las especies de aves que viven se encuentran en algún estado de conservación.

Otro impacto relacionado es el ruido emitido por los generadores eólicos. Bellhouse (2004) plantea que a 100 metros de distancia de los aerogeneradores, la intensidad de sonido (en el rango de infrasonido) no es superior a los 55 dB, lo que no sería perceptible y no generaría daño a las personas. En cuanto al rango audible, todo depende de la distancia a la que se ubiquen los generadores, sus características y la velocidad del viento, por ejemplo, para turbinas eólicas pequeñas (de 400 W a 100kW) la intensidad de sonido sería de 90 dB (en promedio) a una velocidad de viento de 6 m/s, valor que disminuye considerablemente al aumentar la distancia a los mismos (Rogers *et al.*, 2002; Migliore *et al.*, 2003). Si bien el sonido emitido por las instalaciones no generaría problemas a la salud, es posible que las personas perciban un impacto o molestia a raíz del ruido generado, percepción que puede variar caso a caso y según las características de cada proyecto (tipo de aerogeneradores, cantidad, distancia a las viviendas, velocidad del viento, etc.).

En cuanto a la generación fotovoltaica, no se describen impactos ambientales concretos, y sólo en algunos casos se refieren a la utilización/arriendo de los terrenos para la instalación que puede generar algún impacto por un uso anterior o por el aumento del costo de mantención del proyecto (Shamsuzzohaa, 2012).

Otro impacto ambiental descrito en proyectos como el de Bolivia, Eritrea, Cisjordania y Bhutan y en los programas de electrificación de Filipinas, Fiji y Sri Lanka es la reducción de contaminación dentro de las casas y el efecto en la salud de las personas por el reemplazo de lámparas de kerosene y velas por ampolletas. No obstante, en el caso de Chile y en base a experiencias en otras comunidades rurales en zonas aisladas (asociadas al trabajo del Centro de Energía), el uso de estas lámparas no sería algo común, por lo que no se considerará este impacto dentro de la propuesta metodológica.

En el Cuadro 2 se presentan los impactos ambientales encontrados y las variables definidas para cada uno.

Cuadro 2.- Impactos y variables ambientales

Impacto	Variable
Reducción de emisiones de CO2	Emisiones de CO2
Daño a la fauna	Mortalidad de fauna
Contaminación acústica	Emisiones de ruido
Contaminación visual	Cambio sobre el Paisaje

(Fuente: elaboración propia).

Con respecto a los impactos socioeconómicos y ambientales descritos, un punto importante a considerar, es que en casi todos los proyectos y estudios analizados se describen impactos positivos para las localidades a partir del acceso a electricidad, no existiendo una identificación clara de impactos negativos que puedan incluirse en la propuesta. Además, tampoco existe descripción de efectos sobre aspectos culturales u otros fenómenos sociales dentro de las distintas comunidades.

Resulta claro que, además de la inexistencia de los impactos señalados en los casos de estudio, éstos dependen fuertemente de las características particulares de cada localidad y cada proyecto, por lo que no pueden ser incluidas variables generales como las presentadas con anterioridad.

3.2.3.b. Variables de sustentabilidad: Para identificar las variables asociadas a este criterio, se analizaron aquellos factores que influyen o determinan la sustentabilidad de los proyectos de microrredes en el largo plazo.

A nivel general, Del Río y Burguillo (2008) plantean que al analizar la sustentabilidad de un proyecto de energías renovables en un territorio particular, se debe hacer desde dos enfoques: uno es el análisis de la contribución del proyecto específico sobre la sustentabilidad local (mejorar las condiciones económicas, sociales y ambientales del territorio) y con ello sobre el bienestar de la población, y otro es la consideración de las opiniones e intereses de los *stakeholders* y su percepción sobre el proyecto. Ambos aspectos están relacionados pues la existencia de beneficios para una localidad, generaría una mayor posibilidad de aceptación del proyecto y, con ello, de que éste tenga éxito (Del Río y Burguillo, 2008). De esta forma, toma relevancia analizar no sólo los impactos de un proyecto, sino también como éstos son percibidos por la población.

El segundo enfoque apunta a generar un proceso participativo que involucre en el proyecto a todas las partes interesadas, pues la participación local permitiría una mayor aceptación de los proyectos (Del Río y Burguillo, 2008). Lo anterior, ha sido ampliamente descrito en

el caso de proyectos eólicos, donde la participación de la comunidad y el apoyo financiero en algunos casos, reduciría la oposición a los proyectos, llevando a una mayor aceptación y percepción positiva sobre el mismo (Bolinger, 2001; Hoffman & High-Pippert, 2005; Warren y McFayden, 2010).

Diversos autores señalan la relevancia de la participación de las comunidades para facilitar el desarrollo e implementación de los proyectos, donde aquellas iniciativas en las que la comunidad es involucrada activamente, tenderían a ser más exitosas en el tiempo (Walker and Cass, 2007 y Warren y McFayden, 2010; citado por Alvial *et al.*, 2011; Del Río y Burguillo, 2008).

Por otra parte, la participación de las comunidades en un proyecto de energía o de otro tipo promueve el sentido de apropiación de la comunidad sobre el mismo, que sería un factor fundamental para asegurar su sustentabilidad (International Fund for Agricultural Development (IFAD), 2009).

Los proyectos de microrredes plantean la necesidad de involucrar a las comunidades en su desarrollo, pues el hecho de compartir una cantidad de energía limitada entre varios usuarios, requiere necesariamente de un sistema de organización que permita regular el consumo de la energía y la operación del sistema eléctrico (ARE, 2011). Sobre esto, en general, las organizaciones comunitarias son el modelo más común para la operación y mantención de los sistemas de microrredes en zonas rurales, aunque también pueden existir sistemas de administración conjunta con organismos estatales y, en menor medida, con organismos privados (Rolland and Glania, 2011).

Bajo este contexto, la microrred desarrollada en Lucingweni, Sudáfrica, se presenta como un caso particular pues la inadecuada participación e involucramiento de la comunidad en el proyecto generó su fracaso a sólo meses de su instalación. El sistema no satisfizo las necesidades de la comunidad y se esperaba que funcionara igual que la red eléctrica nacional, lo que generó un exceso de demanda, constantes sobrecargas y cortes en el sistema y, finalmente, éste dejó de funcionar. Con este caso se evidencia la importancia de incorporar a la comunidad desde la etapa de diseño del proyecto, considerando sus necesidades, luego incluyéndola como parte y dueña del sistema, que conozcan sus capacidades y que sean responsables de su operación y mantenimiento.

En base a los antecedentes revisados, se identificaron tres factores principales que determinan el éxito de un proyecto de microrredes en el largo plazo. Dichos factores son:

- La contribución del proyecto a la sustentabilidad local, reflejado en los impactos socioeconómicos y ambientales que ha tenido este sobre la localidad y territorio asociado, y la percepción de los mismos por parte de la comunidad.
- La participación e involucramiento de la comunidad en el proyecto.
- La aceptación de la comunidad sobre el proyecto.

Por otra parte, si bien resulta interesante ahondar el concepto de apropiación y sus implicancias para los proyectos de energía, existen pocas experiencias que abordan o tratan de evaluar directamente este aspecto. En general, se aborda la participación de la comunidad en la toma de decisiones, el aporte financiero al proyecto o la gestión del sistema por parte de la misma (Walker and Cass, 2007; IFAD, 2009). Además, se debe considerar la complejidad del propio concepto, el cual tendría un estado objetivo y uno psicológico debiera analizarse desde ambas perspectivas (Pierce and Rodgers, 2004).

Considerando lo anterior, fue preferible trabajar las variables asociadas a la participación de la comunidad en el proyecto en sus distintas formas, las que influyen en el grado de apropiación de los proyectos, es decir, trabajar con variables intermedias que también permiten analizar la sustentabilidad del proyecto.

En el caso del primer factor, no se definieron variables específicas, sino que se consideraron los impactos socioeconómicos y ambientales descritos con anterioridad, además de la percepción y relevancia que aquéllos pueden tener para la población.

Los sistemas de generación distribuida como éstos, implican un cambio de paradigma en la producción de energía que no es sólo técnico, sino también social, cultural y de percepción de los mismos. Se tiende así, hacia sistemas de energía más flexibles que pueden ser desarrollados a nivel comunitario e involucrar a los usuarios activamente en la producción y manejo de la energía.

En cuando al factor de participación se debe considerar el cambio de paradigma que involucra la transformación en la producción de energía, tomando relevancia los aspectos sociales y culturales de los sistemas de energía (Alvial *et al.*, 2011). Bajo este cambio de paradigma ha surgido la idea de producción de energía a nivel de comunidad o “Energía Comunitaria”, que se asocia a proyectos de energía liderados, controlados y apropiados por la comunidad asociada (Alvial, 2010), idea bajo la cual se insertan los proyectos de microrredes. Según Walker and Cass (2007), el concepto de energía comunitaria puede entenderse desde el punto de vista legal cuando hay una institución sin intereses comerciales que se hace cargo del proyecto, desde el aspecto físico cuando se involucran espacios e instalaciones de la comunidad, incluyendolá en la toma de decisiones y desde el punto de vista económico cuando las personas tienen un aporte económico en el proyecto.

Dentro de los casos de estudio revisados, sólo 5 presentan información sobre la participación de la comunidad dentro de los proyectos: Lucingweni, Akane, Bhutan, Mpeketoni y Mauretania. En el caso de Akane y Mpeketoni hubo participación financiera en la inversión inicial del proyecto y existen tarifas mensuales de pago por la energía. En la micro-red de Akane, además, se creó una asociación para gestionar y operar la planta de generación, para el cobro de las tarifas a los usuarios y para hacerse cargo del mantenimiento. En el caso de Bhutan, la microcentral hidroeléctrica es manejada por la comunidad y ésta fue capacitada para realizar las mantenciones de la planta de generación, mientras que en el caso de Mauretania dado que eran sistemas EHS, la participación de la

comunidad sólo fue en la instalación y mantención del sistema, capacitando a técnicos locales.

En el caso del proyecto de Lucingweni, según DME (2008), uno de los factores que pudo generar su fracaso es que la población no participó de forma constante en el proyecto y que no tuvo un aporte financiero al mismo, generando que muchos no sintieran como propio el sistema. Además, no existía una organización o participación de la comunidad en la operación y mantención del sistema, a lo que se suma el hecho de que no existían las habilidades necesarias dentro de los habitantes para manejar un sistema tan sofisticado.

Otro elemento asociado a la participación de las comunidades se asocia se refieren al conocimiento de la gente sobre los sistemas de energía. Hoffman and High- Pippert (2005) señalan que cuando la gente conoce de donde proviene su energía, tiene un mejor entendimiento de su producción y un mayor cuidado en el uso de dicha energía.

Por otra parte, en cuanto al tercer factor de sustentabilidad, Gross (2007) plantea que uno de los elementos que afectan la aceptación de los proyectos de energías renovables, en general, es la participación igualitaria de todos los miembros de la comunidad, tanto en las decisiones como en los costos y beneficios generados, es decir, y como plantean Del Río y Burguillo (2008), se debe analizar la distribución de los beneficios entre los distintos actores. Asociado también a la aceptación de los proyectos de EE.RR., Huijts et al., (2007, citado por Wüstenhagen *et al.*, 2007), plantea la importancia de la confianza en las intenciones e información entregada por los planificadores e inversionistas de los proyectos que son ajenos a la localidad.

En base a lo expuesto, se definieron las siguientes variables de sustentabilidad, asociadas a la participación y aceptación de las comunidades (ver Cuadro 3):

Cuadro 3.- Variables de sustentabilidad definidas, según ámbito

Ámbito	Variables
Participación e involucramiento	Participación en el proceso
	Toma de decisiones
	Aporte mano de obra
	Aporte financiero
	Operación por parte de la comunidad
	Conocimiento del sistema
Aceptación	Satisfacción con respecto al sistema
	Distribución de los impactos
	Acción de organismos externos

(Fuente: elaboración propia).

3.2.4. Indicadores para la evaluación

Se generaron indicadores para las variables descritas en ambos criterios. Las variables de impacto contenían, cada una, un indicador cuantitativo y uno cualitativo, éste último asociado a la percepción de los impactos, específicamente la percepción sobre la influencia del proyecto y el acceso a electricidad que permitió en las distintas variables. Por su parte, para las variables de sustentabilidad se generaron indicadores de carácter cuantitativo o cualitativo según las características de cada una.

En el Apéndice 2 se presentan de manera resumida las variables e indicadores generados previos a la aplicación de la propuesta en Huatacondo. Se generó una ficha para cada indicador que contenía: nombre, objetivo, descripción, resultado esperado, frecuencia, periodo, fórmula y preguntas asociadas. Se planteó el “resultado esperado” como las metas de los indicadores, pero se decidió utilizar aquel término considerando que existen indicadores cualitativos y que en varios casos, los “resultados esperados” no se definen de forma precisa y deben generarse caso a caso. Se redujo el uso del término “meta” sólo para los indicadores cuantitativos definidos.

Las fichas finales de los indicadores se presentan más adelante luego de la aplicación en terreno y correcciones realizadas a la propuesta inicial.

3.2.5. Cuestionario para la evaluación

Para recolectar la información que permita medir los indicadores, se generó un cuestionario base según las preguntas asociadas a cada uno y para que sea aplicado mediante entrevistas estructuradas a los usuarios del sistema eléctrico (jefes de hogar de cada familia) y a actores particulares dentro de las comunidades de cada caso de estudio (encargado de la posta o servicio médico local y director del colegio o escuela rural, si existieran). Se plantea que dichas entrevistas se realicen en un contexto de conversación, introduciendo cada pregunta dentro de ésta de manera fluida, para mantener la atención del entrevistado.

Con respecto a la cantidad de entrevistas que se deben realizar, lo ideal es hacerlas a todos los jefes de hogar, lo cual es factible considerando que las comunidades donde se desarrollan y pueden desarrollar proyectos de microrredes son en general pequeñas (entre 40 y 140 personas¹¹). No obstante, en caso que la cantidad de habitantes sea mayor y no existan recursos para entrevistar a todas las familias, se propone generar una muestra aleatoria estratificada en función de la ubicación de las casas (por ejemplo, separando por cuadrantes o seleccionando las viviendas de forma intercalada a lo largo de una calle particular).

¹¹ Basado en los estudios y proyectos que realiza en Centro de Energía.

En cuanto al orden de las preguntas en el cuestionario, se separaron en 3 ítems principales: preguntas generales sobre el proyecto, preguntas asociadas a impactos socioeconómicos y preguntas asociadas a impactos ambientales. En el primer ítem se ubican las preguntas del criterio de sustentabilidad y se ordenaron desde las más generales a las más específicas; en el segundo ítem se ubicaron las preguntas de impactos socioeconómicos ordenadas según los ámbitos descritos en el Cuadro 1 y planteando primero las preguntas de indicadores cuantitativos y al final las de indicadores cualitativos; en el tercer ítem se ubicaron las preguntas de impactos ambientales (en el Apéndice 3 se presenta el cuestionario inicial que fue aplicado en Huatacondo).

Por otra parte, cabe señalar que las preguntas incluidas fueron generadas aislando de la mejor forma posible otros factores de influencia sobre las distintas variables asociadas, considerando lo expuesto para la definición de las mismas (ver ítem 3.2.3.a). En el caso de los impactos, por ejemplo, se trata de medir aquellos que fueron generados directamente por el acceso a electricidad provisto por el proyecto particular y no por otros factores.

En cuanto al tipo y forma de las preguntas incluidas en el cuestionario, para los indicadores cuantitativos de impacto, se utilizaron escalas de razón con la inclusión de intervalos en algunos casos para facilitar las respuestas de los entrevistados y la sistematización y análisis de información posterior, y el uso de una escala nominal con posibles respuestas si/no, por ejemplo:

– Para Variable 4, Indicador 4.1 (ver Apéndice 2):

- ¿Cuál es su ingreso familiar mensual actual?

Menos de \$150000	Entre \$150000 y \$200000	Entre \$200000 y \$250000	Entre \$250000 y \$300000	Entre \$300000 y \$350000	Más de \$350000

– Para Variable 24, Indicador 24.1 (ver Apéndice 2):

- ¿Usted participó de manera directa en los trabajos realizados durante la etapa de construcción del proyecto y/o en la operación del sistema? (de forma remunerada o no)

		Construcción	Operación
Si			
No			

En el caso de los indicadores cualitativos de impactos, para la mayoría de las preguntas se planteó utilizar una escala de intervalos con cinco opciones de respuestas en forma de niveles o una escala tipo likert que consiste en generar enunciados o afirmaciones, sobre las que se tiene que manifestar el individuo (Hernández *et al.*, 1997), por ejemplo, para una misma pregunta, se plantearon las siguientes opciones:

- *Para Variable 1, Indicador 1.1 (ver Apéndice 2):*

Escala Likert:

- ¿Cuál es su grado de acuerdo o desacuerdo con la siguiente afirmación?: “La electricidad ha sido un factor importante en el desarrollo de nuevas actividades productivas”

Muy en desacuerdo	en	En desacuerdo	Neutral	De acuerdo	Muy de acuerdo

Escala de intervalos:

- ¿En qué nivel cree que la electricidad ha influenciado el desarrollo de nuevas actividades productivas?

Muy bajo	Bajo	Medio	Alto	Muy alto

La ventaja del uso de la escala Likert es que facilita la respuesta del entrevistado, pues se plantean todas las afirmaciones en un solo bloque y éste puede aprender rápidamente el sistema de respuestas. En cuanto a las desventajas de esta escala, está el hecho de que las respuestas tienden, en general, hacia las aprobaciones, debido al menor esfuerzo que implica para el entrevistado declararse “de acuerdo” que “en desacuerdo”, además de que la posición “neutral” (ni acuerdo ni desacuerdo) tiende a considerarse como un nivel negativo (ANTZ, 2012). Otro aspecto a considerar es que sólo es posible obtener como respuesta si existe o no influencia de la electricidad en cada factor (siguiendo los ejemplos), en cambio, con la escala de intervalos es posible obtener un “nivel de influencia” o “nivel de importancia” según el caso, es decir, implica una mayor profundidad en la información que se obtiene.

Para definir el formato de preguntas a utilizar para la medición de estos indicadores, se generó un grupo de prueba (3 jefes de hogar) en la aplicación en terreno realizando algunas preguntas con escala de intervalos y otras con escala Likert, evaluando cuál era la opción más adecuada para generar las preguntas definitivas.

3.3. Aplicación y correcciones de la propuesta metodológica preliminar

Las variables, indicadores y cuestionario generados, fueron aplicados en la localidad de Huatacondo, en el marco del proyecto ESUSCON. Ésta se ubica en la comuna de Pozo Almonte, provincia del Tamarugal, Región de Tarapacá y tiene una población total de 74 habitantes (29 familias) de los cuales la mayoría son adultos mayores, esto pues los jóvenes emigran a otras ciudades para seguir estudiando y, al momento de jubilar, varios regresan a vivir al pueblo.

Con respecto a algunas características de la localidad, según el diagnóstico realizado por Garrido y Álvarez (2011), 10 de las 29 familias viven principalmente de la jubilación de los jefes de hogar y algunos poseen cultivos agrícolas, 5 trabajan para el Municipio de Pozo Almonte realizando diferentes labores en el pueblo y resto de las familias viven de la actividad minera y otros trabajos particulares. Los ingresos económicos de los habitantes fluctúan entre menos de \$100.000 mensuales a más de \$400.000, cerca de un 35% vive con menos de \$100.000 y cerca del 30% posee ingresos superiores a \$200.000.

Por otra parte, existen varias organizaciones sociales como la junta de vecinos, centro de madres, comité de agua y comité de luz entre otras. Dentro de las festividades, las más importantes son la festividad de las cruces en el mes de mayo y la celebración de la ascunción de la virgen en el mes de agosto, donde se reúnen más de 400 personas en el pueblo

En cuanto a las características ambientales, Huatacondo posee un clima caracterizado por precipitaciones estivales, nevazones invernales, bajas temperaturas, poca humedad relativa, fuertes vientos y escasa nubosidad durante la mayor parte del año. Un fenómeno particular que ocurre en el pueblo son las “avenidas”, producto del invierno boliviano, donde se arrastra material rocoso por una quebrada cercana cerrando el camino principal y aislando al pueblo por cerca de 4 meses.

Con respecto a la flora y fauna del lugar, la zona corresponde a la formación vegetal Estepa Alto-Andina Sub-Desértica y se destacan la presencia de algarrobos, llaretas, pacamas y queñoas, todas en categoría Vulnerable según el Libro Rojo de la Flora Terrestre (Benoit, 1989), además, existen árboles de peras de pascua, alfalfa, maíz, naranjos y limones en las áreas de cultivos. En cuanto a la fauna del lugar, se destaca la presencia de mamíferos como el zorro culpeo, la llama y la laucha y, de manera doméstica existen cuyes, conejos, porcinos, caprinos y ovinos. Dentro de la avifauna se destaca la presencia del cóndor, especie en categoría vulnerable, además de la garza grande y el aguilucho.

Por otra parte, sobre el proyecto ESUSCON, la micro-red se compone de una planta fotovoltaica de 22,68 kW, un grupo diesel de 120 kVa, un sistema de almacenamiento de energía de 30 kVa, una planta fotovoltaica pequeña de 1 kW dispuesta en la planta de agua potable y una turbina eólica de 3 kW que estaría en funcionamiento a principios del año 2013. La micro-red, que inició su funcionamiento a fines del 2010 permitió que el pueblo pasara de tener 8 a 10 hrs de electricidad al día a un suministro de 24 hrs diarias (Garrido *et al.*, 2011).

La operación del sistema es realizada por un miembro de la comunidad, quien además realiza mantenciones y arreglos de fallas menores. El Centro de Energía se encarga de solucionar fallas mayores y realiza un monitoreo de forma continua.

Las variables, indicadores y cuestionario generado, fueron aplicados en la localidad de Huatacondo entre el 28 y el 31 de mayo del 2012. En total se entrevistaron a 20 familias de las 29 que viven de forma permanente en Huatacondo (74 personas), ya que las otras 9 no

se encontraban en el pueblo durante la visita a terreno. De manera general, los principales resultados de la evaluación, asociado a los impactos primero que ha generado el proyecto ESUSCON en la localidad, son la reducción de la jornada diaria y la mayor cantidad de tiempo libre disponible, el ahorro de dinero por la reducción del gasto en ciertos artículos del hogar, una mejora en las condiciones de estudio de los niños en el colegio por la incorporación de computadores, impresoras y otros artefactos, el mayor acceso a información y entretenimiento. Además, no se señalaron impactos negativos que haya generado el proyecto.

En cuanto a las variables de sustentabilidad, los habitantes de Huatacondo, en general, estaban satisfechos con el funcionamiento del sistema, a pesar de que se indicaron algunas fallas de tipo técnico, y creen que ha beneficiado de manera homogénea a todos los habitantes. Actualmente, no existe una organización que se haga cargo del sistema, y la operación y mantención está a cargo de un habitante de la localidad, además, dado que el proyecto aún está en desarrollo, el sistema es constantemente monitoreado y visitado por el Centro de Energía. En cuanto al aporte financiero, existe un sistema de cuotas mensuales por familia para financiar gastos menores.

3.3.1. Fortalezas y debilidades generales de la propuesta metodológica inicial

Luego de aplicar la metodología en Huatacondo se identificaron las siguientes fortalezas y debilidades del cuerpo central propuesto, asociadas principalmente al cuestionario y los indicadores definidos:

3.3.1.a. Fortalezas

- La estructura de las preguntas y alternativas de respuestas facilita las mismas por parte de los entrevistados y reduce el tiempo de la entrevista.
- La entrevista realizada en modo de conversación facilita la interacción con el entrevistado y su disposición a responder.

3.3.1.b. Debilidades

- Dada la cantidad de indicadores, en los casos donde todas las preguntas eran abarcadas, la entrevista tenía una duración mayor a 45 minutos, lo que reducía la concentración y disposición de los entrevistados para responder.
- Algunas preguntas y/o alternativas de respuestas no fueron entendidas por los entrevistados. Las explicaciones en el momento alargaron la entrevista.
- Algunos indicadores cualitativos de impacto fueron redundantes y/o no aportaban información adicional relevante.
- La mayoría de los indicadores se plantearon con una frecuencia de evaluación de 1 año. La aplicación en Huatacondo mostró que en varios casos no era posible evidenciar resultados con una frecuencia tan baja.

3.3.2. Cambios realizados la propuesta metodológica inicial

Se realizaron modificaciones sobre el cuestionario generado inicialmente, sobre los indicadores y, en menor medida, sobre las variables descritas.

De forma general, sobre las variables de evaluación, todos los aspectos fueron apropiados al contexto del caso de estudio (no eran ajenos a la realidad), a pesar de que varias no presentaban cambios importantes al momento de su evaluación. Sólo en el caso de las variables de impacto ambiental, las ligadas al uso de aerogeneradores no se aplicaron, ya que no había ninguno instalado. Esto ocurre pues, en general, los impactos ambientales identificados se asocian a las instalaciones de los proyectos, que varían según las fuentes de generación eléctrica utilizadas. Así, el tipo de micro-red determinará las variables de impacto ambiental que deben aplicarse.

Con respecto a las preguntas asociadas a los indicadores de percepción de los impactos, en los casos en que la medición de éstos era directa (variables “Nuevas actividades productivas”, “Eficiencia de las actividades actuales”, “Empleos generados”, “Ingresos generados”, “Ahorro familiar”, “Horas de estudio”, “Tiempo para realizar otras actividades” y “Suministro de agua potable”), consultar por el nivel de influencia de la electricidad en los distintos ámbitos no fue relevante y en cierto grado fue repetitivo¹². Así, para medir el impacto en estos casos, bastaría con utilizar los indicadores cuantitativos.

Por otra parte, para las variables de impacto donde la medición es indirecta (variables “Ámbito de estudio”, “Condiciones de higiene”, “Calidad de los servicios de salud”, “Acceso a información”, “Acceso a comunicaciones”, “Sensación de seguridad durante la noche”, “Acceso a medios de entretenimiento”) y los indicadores correspondían a las horas de uso de ciertos artefactos eléctricos, si resulta conveniente preguntar sobre la influencia o el efecto que ha tenido la electricidad en cada variable, ya que el indicador cuantitativo por sí sólo no permite evidenciar el impacto. De esta forma, para la medición de las variables señaladas, se generaron indicadores mixtos basados en los dos indicadores planteados inicialmente para cada una.

Así, se generó finalmente un solo indicador para medir la existencia de cada impacto, cuantitativo o mixto según el caso. Junto con esto y tomando en cuenta que la percepción de las comunidades sobre los proyectos y sus impactos es uno de los elementos base de la propuesta metodológica, se generó un indicador cualitativo para cada variable de impacto que permitiera medir la importancia que tiene cada uno para la comunidad. Los indicadores y las preguntas asociadas se formularon de la siguiente forma (ejemplo):

¹² Por ejemplo, en el caso de la variable 5 “Ahorro familiar”, el indicador cuantitativo evidencia de manera directa la reducción o no del gasto de las familias gracias al acceso a electricidad provisto por el proyecto. Luego, al preguntar por la influencia que ha tenido éste sobre el ahorro familiar, las respuestas se relacionaban directamente con la respuesta anterior, donde el nivel de influencia era definido según la cantidad de dinero ahorrado.

Para la Variable 1, el Indicador 1.2 sería: “Nivel de importancia de las nuevas actividades productivas para los usuarios”, y la pregunta asociada sería la siguiente:

- Del 1 al 5, siendo 5 el mayor nivel de importancia y 1 el menor, ¿Cuán importante ha sido para usted y su familia el desarrollo de la actividad productiva generada gracias al acceso a electricidad que ha permitido el proyecto?

1	2	3	4	5
(Muy bajo)	(Bajo)	(Medio)	(Alto)	(Muy alto)

Según lo anterior, todas las variables serán evaluadas mediante un indicador de impacto (cuantitativo o mixto) y un indicador de percepción (cualitativo), el cual será aplicado sólo en caso que el impacto exista, es decir, que el resultado del indicador de impacto sea el esperado (ver “Resultado esperado” en las fichas de los indicadores, página 43).

En otro aspecto, con respecto a las escalas propuestas para la medición de los indicadores cualitativos, la escala Likert presentó algunos problemas al ser aplicada al grupo de prueba. En general, la forma de “afirmación” fue difícil de entender, demorando y complicando las respuestas. Esto pudo deberse a que el planteamiento de las afirmaciones interrumpía la fluidez de la conversación bajo una línea de Pregunta-Respuesta y sería más adecuado utilizarlo para encuestas escritas.

Según esto, se utilizará una escala de intervalos, no obstante, las opciones de respuestas se plantearán de forma numérica indicando el significado sólo del nivel más alto y el más bajo (como se ve en el ejemplo anterior), esto debido a que no se distinguió con claridad la diferencia entre los cinco niveles explicados (por ejemplo, entre los niveles “Muy alto” y “Alto”) y, en general, las respuestas variaron sólo entre tres niveles (los niveles “Bajo”, “Medio” o “Alto”). Al plantearse los niveles con valores numéricos, puede existir una menor influencia sobre la respuesta entregada por el entrevistado y el mantener además los 5 niveles de variación permite realizar un análisis posterior con mayor nivel de detalle.

Por otra parte, con respecto a las variables e indicadores del ámbito “Interacción social”, si bien se plantearon como indicadores intermedios, no fueron suficientes para evidenciar el impacto que puede tener el proyecto sobre estos elementos y menos aún sobre el desarrollo del capital social de la comunidad. Al realizar las entrevistas se evidenció que el tiempo destinado a actividades con los vecinos o reuniones de organizaciones sociales no era una suficiente para analizar la relación entre el acceso a electricidad y los cambios en la interacción social. Además, al consultar por la influencia del proyecto y el acceso a electricidad sobre estos aspectos, surgieron otros elementos asociados, complejizando el análisis.

Tal como se mencionó en el punto 3.2.3.a sobre la identificación de impactos y variables, el acceso a electricidad puede facilitar la interacción entre los habitantes, su participación en actividades sociales y mejorar el capital social y, a su vez, el propio proyecto de microrredes, por el trabajo cooperativo que genera, también puede influir sobre el capital social y la capacidad de organización y toma de decisiones de las comunidades (Walker et al., 2010; ARE, 2011).

Los fenómenos señalados resultan de mayor complejidad que los otros impactos descritos y, al igual que los efectos negativos y los impactos sobre variables socioculturales, dependen fuertemente de las características particulares de las comunidades.

Por lo anterior, dichos elementos deben analizarse de manera más profunda en cada caso de estudio. Para la identificación clara y análisis de los impactos mencionados, se propone realizar entrevistas en profundidad a informantes claves de las comunidades, que permitan indagar sobre estos elementos y definir variables e indicadores para la evaluación¹³. Asimismo, se propone realizar estas entrevistas para la identificación de impactos negativos y efectos sobre aspectos socioculturales particulares de cada comunidad.

A continuación se describen otros cambios puntuales sobre algunas variables y elementos del cuestionario:

Variable “Ahorro familiar”: El planteamiento inicial fue consultar por el gasto actual en artículos como velas, pilas y baterías, parafina u otros (artículos para iluminación y calefacción), y por la variación del gasto desde la implementación del proyecto, en ambos casos indicando rangos de dinero para facilitar la respuesta.

Sobre la primera pregunta, si bien no era difícil para los entrevistados calcular el gasto actual en estos artículos, la mayoría se refirió, además, a un ahorro en el consumo de gas debido al uso de hervidor y horno eléctrico, dificultando la respuesta en montos de dinero fijos. En cuanto a la segunda pregunta, la mayoría se refirió a una cantidad o monto mensual gastado previo y post a la implementación del proyecto y no a una variación particular. Según esto, las preguntas fueron modificadas en función de la cantidad de artículos comprados previos y post proyecto, para en una etapa posterior calcular los costos en función de precios estándar de cada artículo

Variables “Acceso a información”, “Acceso a comunicaciones” y “Acceso a medios de entretenimiento”: Debido a las diferencias existentes en la interpretación de cada concepto, resulta necesario definir con cada comunidad y previo a la evaluación, el significado de cada variable y los artefactos utilizados.

Variables “Eficiencia de las actividades actuales” y “Tiempo libre”: Fue notorio que estas variables se relacionaban y existía una dependencia mutua. No obstante, si bien la jornada laboral podía disminuir, el “tiempo libre” podía reducir también por la opción de realizar

¹³ Para mayor detalle sobre el desarrollo de entrevistas en profundidad, ver Taylor y Bodgan (1992).

otras actividades, de recreación o de generación ingresos económicos para las familias. Según esto, la variable fue redefinida como “tiempo para realizar otras actividades”.

Variable “Conocimiento del sistema”: Fue necesario acotar las respuestas a las preguntas de este indicador, pues la evaluación “Si/No” dependía mucho de la percepción del evaluador sobre si el entrevistado entendía o no del tema que se preguntaba. Para reducir la subjetividad asociada, se generaron respuestas tipo con palabras claves, donde la existencia de todas ellas en la respuesta de la persona, se valora como un “Si”.

3.4. Propuesta metodológica final

Luego de las correcciones realizadas al cuerpo central de la propuesta, se generaron las etapas para la evaluación de proyectos de microrredes en comunidades rurales, que corresponden a la propuesta metodológica ya completa (ver Figura 2). Estas etapas se plantean a fin de guiar a los desarrolladores de proyectos en la evaluación del impacto que han tenido éstos sobre las comunidades y en el análisis de los factores de sustentabilidad que permitan tomar decisiones para favorecer su éxito. Junto con esto, en la Etapa 2, se presentan los indicadores a utilizar para la evaluación que, además, se plantean como una herramienta para que las comunidades puedan medir el avance del proyecto a través del tiempo, sin depender agentes externos.

De forma general, y tal como se indicó en el marco general de la propuesta, se incluyó la participación de la comunidad durante el proceso de evaluación, particularmente a través de la Etapa 1, donde se discuten las variables e indicadores presentados y se identifican impactos particulares a la localidad del caso de estudio, los que deben ser analizados para su inclusión dentro de la evaluación. Además, la Etapa 4, consiste en presentar los resultados de la evaluación a la comunidad a fin de validarlos y realizar un análisis conjunto de los mismos. Cabe mencionar que es importante que en ambas etapas participe tanto la comunidad como los desarrolladores de proyectos.

En cuanto a las otras etapas, se definieron de forma precisa los indicadores para facilitar la recolección de información y se generó una propuesta sencilla para el análisis de posterior.

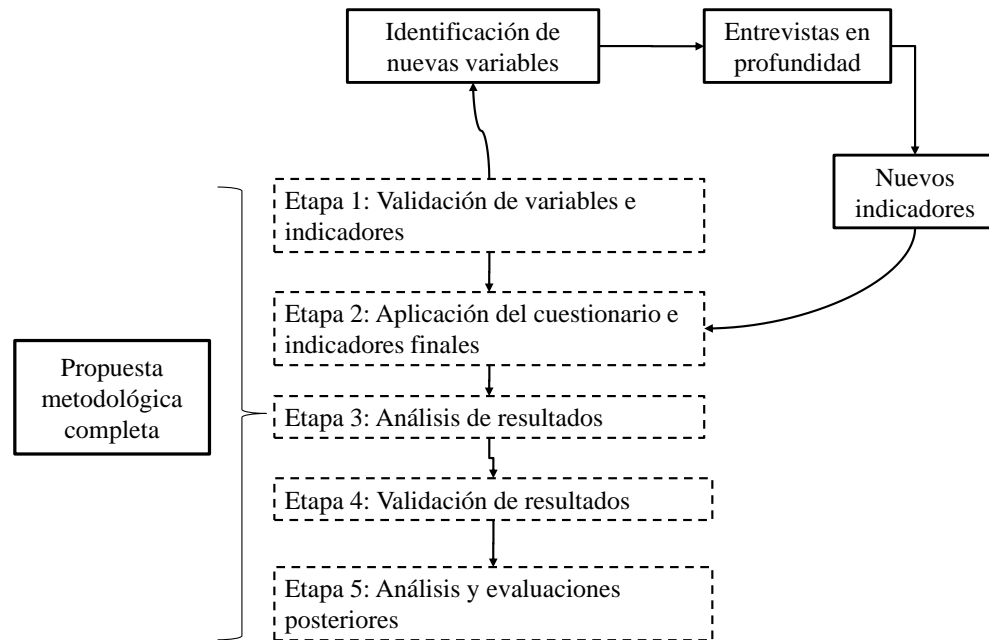


Figura 2. Etapas para la evaluación de los proyectos que plantea la propuesta metodológica desarrollada (Fuente: elaboración propia).

A continuación, se detallan las etapas definidas para la evaluación:

Etapa 1: Taller de validación de variables e indicadores

El objetivo de este taller es discutir con la comunidad las variables que se medirán y definir algunos conceptos que serán utilizados en la evaluación.

Se invitará a participar a informantes claves de la comunidad, los que se seleccionarán según las siguientes características:

- Representantes de organizaciones sociales (líderes formales)
- Líderes informales¹⁴
- Representantes de organismos públicos e instituciones (Municipalidad, escuela, servicio médico local, otros)

¹⁴ Estos pueden identificarse a través de los “porteros”, que son quienes permiten o permitieron, en este caso, el acceso de los desarrolladores de proyectos a la localidad en las etapas iniciales del mismo. Para mayor detalle, revisar Taylor y Bodgan (1992).

Se realizará una presentación con los objetivos de la evaluación y las variables e indicadores propuestos, además de un documento escrito con la información. Dicha presentación no debe durar más de 15 minutos.

Luego, se dará la palabra libremente para considerar otras variables de impacto que no hayan sido contemplados y que sean particulares al caso de estudio. Esta actividad debe durar como máximo 15 minutos.

Posteriormente, se hará una ronda de preguntas y se discutirán las variables y/o indicadores de impacto que no se entiendan o generen problemas, incluyendo modificaciones cuando se requieran, y también aquellos que no resultan necesarios de medir. Luego se trabajará con la comunidad para definir metas precisas para los indicadores cuantitativos de impacto. Esta actividad no debe durar más de 30 minutos.

La última actividad corresponde a definir con la comunidad algunos conceptos asociados a las siguientes variables, para generar un entendimiento común de los mismos y facilitar la aplicación de los indicadores:

- Acceso a información: se determinarán los artefactos utilizados para este fin y lo que se entiende por información en el uso de cada uno, por ejemplo, para el uso del televisor, definir los programas “informativos”.
- Acceso a comunicaciones: se determinarán los artefactos utilizados para este fin y lo que se entiende por “comunicación”.
- Acceso a medios de entretención: se determinarán los artefactos utilizados para este fin y lo que se entiende por entretención en el uso de cada uno, por ejemplo, para el uso del televisor, definir los programas de “entretención”.

La actividad no debe durar más de 15 minutos.

Finalmente, se presentará un resumen de los cambios incorporados y se dará por finalizado el taller.

Etapla 2: Aplicación del cuestionario e indicadores finales

En primer lugar, deben realizarse entrevistas en profundidad a informantes claves de la comunidad para definir aquellas variables particulares a cada caso de estudio que hayan sido identificadas en la etapa anterior, además de otras que pueden surgir a partir de las propias entrevistas. Luego, y dependiendo del tipo de variable, será posible generar indicadores (cuantitativos, cualitativos o mixtos) que se sumen a la lista ya existente.

En esta etapa se aplicará el cuerpo central de la propuesta, que consiste en las variables, indicadores y cuestionario definitivos, considerando también aquellos ligados al párrafo anterior.

Con respecto a los indicadores finales propuestos (sin incluir los específicos de cada caso de estudio), se generaron 19 variables en total para medir el impacto del proyecto, cada una de las cuales posee un indicador de impacto que permite medirlo de manera cuantitativa o mixta y un indicador de percepción asociado al nivel de importancia que tiene cada efecto para la población, el cual se aplica solo en caso que el primer indicador cumpla el resultado esperado. Por su parte, para el análisis de sustentabilidad del proyecto, se generaron 9 variables y 9 indicadores en total.

En el Cuadro 4 se presentan los indicadores finales que se utilizarán para la evaluación, considerando todos los cambios descritos con anterioridad. Además, en el Apéndice 4 se presentan las fichas de cada indicador con su objetivo, descripción, resultado esperado, frecuencia, periodo, fórmula y preguntas asociadas, y en el Apéndice 5 se muestra el cuestionario final propuesto a utilizar para su medición.

Con respecto a los resultados esperados, si bien algunos deben ser definidos con la comunidad como se plantea en la etapa anterior, para los indicadores cualitativos de impacto, y dado que la mayoría aborda el mismo rango de respuestas de 5 niveles, no se plantea necesario la definición de cada uno junto a la comunidad y en todos, el resultado esperado corresponde a los dos niveles más altos. En cuanto a los indicadores de sustentabilidad, se plantea que aquéllos sean definidos por los desarrolladores de proyectos en función de su conocimiento sobre la comunidad y el diagnóstico realizado en el marco del mismo. Esto, pues son variables que involucran directamente el comportamiento de la población (participación, percepción del proyecto, aporte financiero) y donde se requiere una mayor objetividad, por lo que permitir que ellos mismos definan las metas no resulta apropiado.

Cuadro 4. Variables e indicadores finales propuestos

Criterio de impacto		
Variable	Indicador de impacto	Indicador de percepción
1.Nuevas actividades productivas	1.1.Actividades/microempresas desarrolladas tras el inicio del proyecto que requieran electricidad	1.2.Nivel de importancia de las nuevas actividades productivas para los usuarios
2.Eficiencia de las actividades actuales	2.1.Duración de la jornada diaria tras inclusión de artefactos eléctricos	2.2.Nivel de importancia de la reducción de la jornada diaria de trabajo para los usuarios

(continúa)

Cuadro 4 (continuación)

Criterio de impacto		
Variable	Indicador de impacto	Indicador de percepción
3.Empleos generados	3.1.Número de empleos directos generados por la operación del sistema y por las nuevas actividades productivas	3.2.Nivel de importancia de los empleos generados para los usuarios
4.Ingresos económicos generados	4.1.Ingresos económicos familiares generados a partir de las variables 1 y 3	4.2.Nivel de importancia del aumento de ingresos económicos generados
5.Ahorro familiar	5.1.Gasto de las familias en artículos sustituidos a partir de la electrificación	5.2.Nivel de importancia del ahorro de dinero generado para las familias
6.Horas de estudio	6.1.Horas de estudio diarias	6.2.Nivel de importancia del aumento de las horas de estudio de los niños
7.Condiciones de estudio	7.1.Nivel de impacto en las condiciones de estudio gracias al uso de artefactos eléctricos con potencial de apoyo educativo.	7.2.Nivel de importancia de la mejora en el ámbito de estudio de los niños.
8.Condiciones de higiene	8.1.Nivel de impacto en las condiciones de higiene del hogar por el uso de aparatos eléctricos para las labores de cuidado del hogar.	8.2.Nivel de importancia de la mejora en las condiciones de higiene en los hogares.
9.Calidad de los servicios de salud	9.1.Nivel de impacto en la calidad del servicio de salud local gracias al uso de aparatos eléctricos.	9.2.Nivel de importancia de la mejora en la calidad del servicio médico local.
10.Suministro de agua potable	10.1.Volumen de agua potable suministrado	10.2.Nivel de importancia de la mejora en el suministro de agua potable.
11.Acceso a información	11.1.Nivel de acceso a información por el uso de artefactos eléctricos.	11.2.Nivel de importancia del mayor acceso a información

(continúa)

Cuadro 4 (continuación)

Criterio de impacto		
Variable	Indicador de impacto	Indicador de percepción
12. Acceso a comunicaciones	12.1. Nivel de acceso a comunicaciones por el uso de artefactos eléctricos.	12.2. Nivel de importancia del mayor acceso a comunicaciones.
13. Sensación de seguridad durante la noche	13.1. Nivel de sensación de seguridad antes y después del proyecto, vinculada a la iluminación pública y privada.	13.2. Nivel de importancia de la mayor sensación de seguridad
14. Tiempo para realizar otras actividades	14.1. Variación del tiempo disponible para realizar otras actividades.	14.2. Nivel de importancia de la variación del tiempo disponible para realizar otras actividades.
15. Acceso a medios de entretenimiento	15.1. Nivel de acceso a opciones de entretenimiento por el uso de artefactos eléctricos.	15.2. Nivel de importancia del mayor acceso y opciones de entretenimiento.
16. Emisiones de CO ₂	18.1. Reducción de emisiones de CO ₂ producto del proyecto.	18.2. Nivel de importancia de la reducción de emisiones de CO ₂ .
17. Mortalidad de fauna	19.1. Aves muertas producto de aerogeneradores.	19.2. Nivel de importancia del daño a la fauna.
18. Emisiones de ruido	20.1. Ruido emitido por los aerogeneradores	20.2. Nivel de importancia del ruido emitido.
19. Cambio sobre el paisaje	19.1. Grado de impacto (positivo o negativo) que generan las instalaciones del proyecto sobre el paisaje.	19.2. Nivel de importancia del daño al paisaje.
Criterio de sustentabilidad		
Variable	Indicador	
20. Participación en el proceso	20.1. Porcentaje de asistencia a reuniones .	
21. Toma de decisiones	21.1. Porcentaje de participación en la toma de decisiones sobre el proyecto	
22. Aporte mano de obra	22.1. N° de personas que trabajaron durante la instalación del proyecto y aquellos que trabajan en la operación.	

(continúa)

Cuadro 4 (continuación)

Criterio de sustentabilidad	
Variable	Indicador
23. Aporte financiero	23.1. Aporte en dinero de las familias al proyecto.
24. Operación por parte de la comunidad	24.1. Participación de la comunidad en la operación del proyecto.
25. Conocimiento del sistema	25.1. Conocimiento del funcionamiento del sistema a nivel general
26. Satisfacción con respecto al sistema	26.1. Nivel de satisfacción con respecto al funcionamiento del sistema
27. Distribución de los impactos	27.1. Percepción de la distribución de los impactos dentro de la comunidad.
28. Acción de organismos externos	28.1. Grado de confianza en las acciones que realizan organismos externos para la operación y mantenimiento del sistema.

(Fuente: elaboración propia).

Etapas 3: Análisis de resultados

Para obtener el resultado final de cada indicador, en el caso de aquellos de medición cuantitativa, éste corresponde a una suma directa en algunos casos y a un promedio en otros. Cuando se utilizan escalas de intervalo, el promedio debe calcularse a partir de los puntos medios y frecuencias de cada uno según la siguiente fórmula:

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^k f_i \cdot m_i$$

Donde,

\bar{X} = promedio

n = N° de mediciones

f_i = frecuencia en cada rango

m_i = punto medio de cada rango

En el caso de los indicadores de medición cualitativa donde las respuestas posibles no son numéricas, se considerará como resultado final aquella con mayor frecuencia. Esta debe corresponder como mínimo al 50% del total de respuestas, en caso contrario, el indicador no podrá ser evaluado.

Para el análisis del impacto del proyecto, es necesario considerar primero que existen 3 grupos de impactos: los positivos, los negativos y los inciertos. Éstos últimos son todos aquellos que dependen de las condiciones particulares de cada localidad y que se generan e incluyen luego de la Etapa 1 y de las entrevistas realizadas a informantes claves.

Por otra parte, debido a la relevancia que tiene la percepción de la comunidad sobre los impactos, tendrán una mayor ponderación aquellos que son realmente importantes para ellos por sobre los que no. De esta forma, en el caso de los impactos positivos, se considera que éste existe de manera completa cuando, tanto el indicador de impacto como el de percepción cumplen, con el resultado esperado, es decir, cuando se mide y verifica la existencia del efecto y, además, cuando éste es importante para la comunidad en un nivel significativo. Luego, cuando el indicador de impacto cumple el resultado esperado, pero el de percepción no, entonces se plantea que la variable y efecto asociado existen sólo de forma parcial.

En cuanto a los impactos negativos, éstos existen cuando no se cumple el resultado esperado (al contrario de los positivos) por el propio diseño del indicador, y podrá decirse que el efecto negativo existe de forma completa cuando, además de lo anterior, este sea importante para la comunidad según el indicador de percepción.

Por otra parte, se debe considerar que, en base a la investigación realizada, es esperable encontrar una mayor proporción de impactos positivos que negativos, a pesar de que éstos últimos pueden variar según las condiciones particulares en cada localidad. Por esto, si bien ambos tipos de impactos son relevantes, no es posible ponderarlos de igual forma ni incluirlos en una evaluación conjunta dadas las diferencias en tipo, cantidad y magnitud de los mismos.

Una alternativa que se propone para evaluar el impacto total del proyecto, es analizar primero los efectos positivos. Es posible generar niveles de impacto, donde el más alto sería en el que la mayoría de los impactos (sino todos) existan de forma completa, esto tiene sentido considerando que las variables abarcan gran parte de los ámbitos de desarrollo de una comunidad, por lo que un impacto “muy alto”, por ejemplo, implicaría que el proyecto ha generado un beneficio global, sin disparidades importantes entre los distintos ámbitos.

Para lo anterior se plantea un sistema simple de puntajes donde, cuando el impacto asociado a una variable existe de forma completa, el puntaje de la misma es igual a 10. Luego, si el impacto sólo existe de forma parcial, el puntaje es igual a 5 y, finalmente, si no se cumple el resultado esperado del indicador de impacto, el puntaje es 0 (ver Cuadro 5).

Cuadro 5.- Sistema de puntajes para indicadores de variables de impactos positivos

	Indicador principal	Indicador de percepción	Puntaje
Cumplimiento del resultado esperado	✓	✓	10
	✓	X	5
	X	-	0

(Fuente: elaboración propia).

Para generar los niveles de impacto, una forma simple es considerar el máximo puntaje posible (total de variables x 10) y dividirlo en 5 rangos de puntaje donde, de menor a mayor, representarían los 5 niveles de impacto: muy bajo, bajo, medio, alto y muy alto.

Se debe considerar que estos niveles se plantean como una forma de sintetizar los resultados obtenidos en cada indicador y como un medio de comparación a futuro con otros proyectos. No obstante, es necesario validar este resultado con la comunidad en la etapa siguiente para discutir el nivel obtenido en función de la su percepción sobre el impacto global que ha tenido el proyecto.

En el caso que sólo se evidencien impactos positivos (como en Huatacondo), es posible analizar el grado de impacto (asociado a beneficios) según lo planteado hasta ahora, no obstante, cuando existen impactos negativos, es necesario analizarlos y discutir directamente con la comunidad su relevancia. Lo anterior, debido a que es esperable que éstos sean pocos y de diverso tipo y sin una definición clara de ámbitos como en el caso de los beneficios, no pudiendo aplicar el sistema de puntajes.

Por otra parte, el análisis de sustentabilidad del proyecto en función de las 9 variables planteadas y de los resultados de impacto, presenta una complejidad mayor y requiere de un análisis en profundidad por parte de los desarrolladores de los proyectos especialmente. Se plantea que los aspectos de sustentabilidad sean analizados y discutidos de forma general en la etapa siguiente, para poder generar conclusiones al respecto y que la comunidad también pueda tomar parte en las acciones necesarias para favorecer su éxito.

No obstante lo anterior y sólo de modo indicativo, se plantea un sistema para obtener “niveles de sustentabilidad” en caso que sólo existan impactos positivos. Este consiste en una matriz de evaluación que combina las variables de sustentabilidad y el grado de impacto (ver Cuadro 6), generando 5 niveles y donde cada uno correspondería a la posibilidad de éxito del proyecto en el largo plazo desde el punto de vista socioeconómico y ambiental.

Cuadro 6.- Matriz para la evaluación de sustentabilidad del proyecto

Nivel de impacto / % de indicadores de sustentabilidad que cumplen el resultado esperado	0-20%	20-40%	40-60%	60-80%	80-100%
Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo	Bajo	Medio	Medio
Bajo	Muy bajo	Bajo	Bajo	Medio	Medio
Medio	Bajo	Bajo	Medio	Alto	Alto
Alto	Medio	Medio	Alto	Alto	Muy alto
Muy alto	Medio	Medio	Alto	Muy alto	Muy alto

(Fuente: elaboración propia).

Etapas 4: Taller de validación de resultados

El objetivo de este taller es presentarle a la comunidad los resultados de la evaluación, discutirlos y validarlos con ellos.

Se invitará a participar a toda la comunidad, personalmente y mediante afiches ubicados en lugares concurridos dentro de la localidad.

Se realizará una presentación de los resultados de la evaluación, la que no debe durar más de 15 minutos.

Luego, se hará una ronda de preguntas para discutir las disconformidades con los resultados de los indicadores, principalmente. Se analizará en conjunto la pertinencia de incluir las variables e indicadores en conflicto dentro del informe final de evaluación. Esta actividad debe durar como máximo 25 minutos.

Tras esto, se analizará con la comunidad el nivel de impacto positivo definido según la etapa anterior, pudiendo mantenerse o cambiarse. En cuanto a los efectos negativos, estos deben ser discutidos en función de su magnitud, tipo y relevancia, y luego, en común acuerdo, definir un nivel de impacto particular para éstos. Esta actividad no debe durar más de 25 minutos.

Luego, se analizarán de manera general los elementos que pueden afectar la sustentabilidad del proyecto, tanto las variables generadas en esta propuesta como otros factores que puedan surgir (el consumo energético, uso eficiente, financiamiento, operación, etc). Se plantea que la comunidad identifique las variables más importantes para el éxito del proyecto y sobre las cuales puedan tomar acciones.

Finalmente, se presentará un resumen de lo discutido y se dará por finalizado el taller. Junto a esto, es necesario realizar un informe con los resultados de la evaluación (resumen sencillo), que será difundido dentro de la comunidad.

Etapa 5: Análisis y evaluaciones posteriores

Desde el punto de vista de los desarrolladores de proyectos, es importante analizar los resultados del criterio de sustentabilidad en particular, pues son ellos los que pueden tomar más decisiones y acciones al respecto en comparación con la comunidad. Cada variable debe ser analizada a fin de corregir aquellos aspectos deficientes y favorecer el éxito del proyecto.

Con respecto a las futuras evaluaciones, considerando que la participación de las comunidades y, en sí, que la apropiación local es clave para la sustentabilidad de los proyectos, resulta necesario que los usuarios del sistema se hagan cargo también de esta la etapa final de los mismos. Por ello, luego de una primera evaluación realizada por los desarrolladores de proyectos en el marco de esta propuesta metodológica, se propone realizar una actividad para seleccionar y capacitar a dos o tres personas de la comunidad que se hagan cargo de las siguientes evaluaciones.

3.5. Consideraciones finales

Comparando esta propuesta con las metodologías de evaluación revisadas, éstas últimas permiten tener una visión más amplia del resultado del proyecto y abordar una mayor cantidad de elementos, mientras que aquélla sólo permite medir los impactos que genera un proyecto de microrredes y su sustentabilidad. Esta propuesta metodológica se orienta a evaluar los elementos claves para favorecer el desarrollo de un proyecto de microrredes en el largo plazo y trata de abordar el proceso de evaluación de manera práctica, al precisar las etapas y actividades que deben realizarse y generar con detalle los indicadores que es posible utilizar. Si bien realizar una evaluación bajo la metodología planteada implica una menor cantidad de recursos que en otros casos y permite tomar decisiones para el futuro del proyecto, el uso de una u otra metodología dependerá siempre de los objetivos de los desarrolladores de proyectos, y de la comunidad, para la evaluación, además de la cantidad de información y recursos disponibles.

Dentro de las metodologías revisadas, una herramienta que es utilizada son los indicadores de sustentabilidad (IS), ampliamente descritos en la literatura. Estos tratan de medir el grado de avance de un localidad, ciudad o país hacia el desarrollo sustentable (Quiroga, 2001) y, como fue descrito por Brent and Rogers (2010), pueden ser utilizados para la evaluación de un proyecto de EE.RR. a nivel local. No obstante, los indicadores seleccionados por estos autores corresponden a algunos tradicionales de desarrollo como

son el coeficiente de Gini, el acceso a servicios básicos, los años de estudio, la diversidad biológica y la expectativa de vida, que pueden ser demasiado generales (y complejos por lo demás) como para conocer el impacto de un proyecto particular sobre la sustentabilidad local. Si bien es posible utilizar IS de mayor precisión, no logran expresar necesariamente la interacción y efecto del proyecto sobre el territorio.

Este trabajo, propone indicadores precisos para medir la relación señalada, con una descripción detallada para facilitar su aplicación. Además, con respecto a los indicadores mixtos generados, si bien a nivel metodológico existen referencias sobre la integración de métodos cuantitativos y cualitativos, a nivel práctico sólo se encontraron indicadores mixtos sencillos como, por ejemplo, la cantidad de personas por grado o categoría específica (cualidad), por lo que el diseño de dichos indicadores en esta propuesta se plantea como una alternativa para la combinación de elementos cuantitativos y cualitativos, potenciando su resultado.

Relacionado a lo anterior, un aspecto importante de la propuesta es precisamente la combinación de métodos de investigación cuantitativa y cualitativa y, si bien según Flick (2004) aún no se han desarrollado métodos que integren realmente ambos métodos en la recogida o en el análisis de información, esta propuesta apunta a tomar ventaja de cada uno y utilizarlos de manera conjunta para obtener resultados más completos. En algunos casos, evaluar variables de forma cuantitativa permite facilitar la obtención de resultados, pero en otros sólo resulta de utilidad si se utilizan de forma complementaria a elementos de índole cualitativa. Tanto en este tipo de proyectos, como en otros de intervención tecnológica o donde se abordan elementos como la apropiación local y la percepción de las comunidades, resulta indispensable el uso de métodos de investigación cualitativa para poder analizar los fenómenos que se generan.

En otro aspecto, un elemento a considerar es que algunas variables definidas corresponden a una evaluación intermedia del impacto del proyecto, pues en algunos casos éste era demasiado complejo de medir de forma directa y/o correspondían a un efecto a muy largo plazo. Maillard (1985) señala que la dificultad para determinar y evaluar algunos impactos se debe a lo complejo de aislar el efecto concreto de la electrificación y obtener una relación causal clara. Sobre esto, la propuesta permite abordar esta relación causal mediante la precisión de los indicadores y las preguntas del cuestionario, entendiendo la relevancia de aislar otros factores de influencia sobre las variables a medir.

Por otra parte, Zomers (2001) señala que existen impactos relevantes que son muy complejos e incluso imposibles de medir como la mejora en la calidad de vida, la equidad social, la modernización, y estabilidad política, entre otros. Ligado a lo anterior, se debe tener en cuenta el hecho de que cuando un proyecto de microrredes u otro de intervención tecnológica se introduce en una comunidad, se generan una serie de interacciones y fenómenos complejos, incluidos los cambios en la vida diaria de las personas y el proceso de adaptación asociado. Si bien la propuesta permite incluir el análisis e identificación de impactos de mayor complejidad (como la mejora del capital social), mediante el uso de herramientas cualitativas, siempre existirán elementos y fenómenos que requieren de un

análisis mucho mayor y que no necesariamente podrán ser precisados en impactos e indicadores.

Con respecto a las variables e impactos socioeconómicos definidos, se incluyeron una variedad de aspectos ligados al desarrollo de las comunidades, en el ámbito económico, salud, educación, comunicaciones y servicios básicos, entre otros, considerando que dicho desarrollo debe plantearse siempre desde todos los ámbitos para generar una visión completa del mismo. No obstante, existen varios estudios que analizan la relación entre el acceso a electricidad y el desarrollo refiriéndose al desarrollo económico y productivo de las comunidades por sobre otros factores (Chaurey and Chandra, 2010; Kirubi *et al.*, 2009). Este tipo de análisis sólo genera una mirada parcial de las localidades y no debe utilizarse para evaluar el impacto de un proyecto particular, pues sesgaría los resultados.

En cuanto a la aplicación de la metodología a cada caso de estudio, la Etapa 1 (Validación de variables e indicadores) resulta clave, pues permite la adaptación de la misma según las condiciones particulares de cada localidad. Se debe tener en cuenta que cada territorio presenta características y procesos de desarrollo intrínsecos que pueden afectar el proyecto y, por cierto, su evaluación y resultados. Sobre esto, algunos factores externos que pueden afectar el impacto del proyecto son el uso y cantidad de energía disponible, las condiciones socioeconómicas, las actitudes y comportamientos de los actores, la información y tecnología disponible, las instituciones de soporte y financiamiento y el marco político y legal vigente (DME, 2008). Por lo anterior, para realizar una evaluación, se debe tener conocimiento sobre la localidad y el territorio asociado y sobre los factores externos que pueden afectar a la comunidad y al desarrollo del propio proyecto.

Con respecto a la aplicación de la propuesta en Huatacondo, además de haber permitido realizar las correcciones necesarias a las variables, indicadores y cuestionario generados inicialmente, los resultados de los indicadores evidenciaron la importancia de los cambios que genera el acceso a electricidad (principalmente) en la vida diaria de las personas y en la calidad de vida en general. En esta localidad, por ejemplo, el uso de un horno y hervidor eléctrico fue relevante no sólo por el ahorro de gas y dinero que esto implicó, sino también porque facilitó el trabajo del hogar. Asimismo, el poder instalar un refrigerador o un televisor modificó de forma importante su vida.

El proyecto ESUSCON se plantea como un modelo innovador para abastecer de energía a zonas rurales aisladas, por lo que los resultados de su evaluación no sólo son relevantes para su propio desarrollo, sino también para proyectos futuros. Por lo anterior, es importante aplicar la propuesta metodológica final en la localidad, para obtener una evaluación más completa que permita la comparación con otros proyectos. Además, dicha aplicación permitiría sustentar de mejor forma el trabajo realizado.

En otro aspecto, es relevante tener en cuenta para el desarrollo de proyectos de micro-redes, el hecho de que, además del análisis de elementos socioeconómicos y ambientales como los propuestos en esta metodología, los aspectos técnicos y económicos son igualmente relevantes. De esta forma, un proyecto puede fracasar ya sea por la falta de participación y

apropiación local o la escasez de beneficios para la comunidad, como por la falta de recursos económicos y/o fallas en los sistemas eléctricos, factores que no dependen inicialmente de la comunidad.

Finalmente, a partir de la investigación realizada y la propuesta metodológica generada, es posible establecer ciertas recomendaciones para la realización de proyectos de micro-redes, en particular en su etapa inicial, y así asegurar resultados óptimos en su desarrollo y posterior evaluación. Estos son: la participación de la comunidad debe ser un proceso constante y realizarse en cada etapa del proyecto; debe potenciarse la organización comunitaria para la gestión del sistema, pues esta permite canalizar la toma de decisiones y facilitar la relación entre los desarrolladores de proyectos y la comunidad; debe apoyarse y potenciarse también el desarrollo de capacidades (técnicas y de administración, entre otras) en los usuarios, cuando haga falta, a fin de reducir la dependencia de la comunidad sobre organismos externos para la gestión del sistema; por último, debe existir transparencia y comunicación constante, especialmente desde los desarrolladores hacia la comunidad, generando confianza y promoviendo el interés de la misma por ser parte del proyecto.

4. CONCLUSIONES

En primer lugar, con respecto a los objetivos planteados, fue posible generar una propuesta metodológica para la evaluación socioeconómica y ambiental de proyectos de micro-redes que puede ser aplicada a distintos casos de estudios. Las correcciones del cuerpo central de la misma luego de su aplicación en la localidad de Huatacondo, fue clave para corregir las deficiencias iniciales, especialmente en los aspectos cualitativos y de desarrollo del cuestionario. En la propuesta final, por su parte, se generaron etapas de evaluación, además de los indicadores y el cuestionario como instrumentos centrales de medición, que permiten evaluar el grado de impacto de un proyecto y analizar sus factores de éxito, para luego tomar las acciones necesarias para favorecer su sustentabilidad en el largo plazo.

En segundo lugar, la propuesta aborda la evaluación de este tipo de proyectos desde una perspectiva más práctica que otras metodologías, transformándose en una herramienta en forma de manual que facilita el desarrollo de las evaluaciones y permitiendo que tanto los desarrolladores de proyectos como las propias comunidades la pueden utilizar y aplicar. Además, se generaron 29 indicadores específicos, con una descripción detallada, que pueden ser utilizados, de forma individual o conjunta, para la evaluación de otros proyectos.

La propuesta puede utilizarse para distintos proyectos de micro-redes con fuentes de EE.RR., pero también puede adaptarse a otras iniciativas de electrificación, considerando siempre las características particulares de cada caso de estudio. Lo anterior es posible pues el acceso a la electricidad es el factor determinante para los impactos socioeconómicos planteados y, en el caso de que se utilicen EE.RR., los impactos ambientales identificados son similares. En cuanto a las variables de sustentabilidad, si bien en los proyectos de micro-redes se destacan los elementos de participación e involucramiento de las comunidades, también es posible encontrarlos en otro tipo de proyectos. Además, la propuesta puede adaptarse también a otras zonas rurales de Chile, modificando principalmente, los elementos asociados a impactos ambientales.

Con respecto al uso de elementos de investigación cuantitativa y cualitativa, si bien la combinación de los métodos es compleja, fue posible generar una propuesta para el diseño de indicadores mixtos, también para el uso complementario de indicadores cuantitativos y cualitativos y se incorporaron elementos de ambos métodos de investigación en las etapas planteados. De todas formas, esta integración se presenta como un desafío para futuros trabajos, donde aprovechar las ventajas y potencialidades de cada uno puede favorecer el desarrollo y resultados de la investigación.

Por otra parte, se destaca el hecho de que, para una evaluación completa, es necesario analizar los aspectos técnicos y económicos de los proyectos, pues también son relevantes para el éxito de éstos en el largo plazo. Dichos aspectos, sumados a los factores

socioeconómicos y ambientales, deben ser analizados de forma integrada, tanto en la evaluación como en la planificación e implementación de los proyectos.

Un elemento importante de la etapa de evaluación, es la corrección de los problemas y deficiencias y la generación de información para el desarrollo de proyectos futuros. El desarrollo de este trabajo, como tal, permitió generar una base de información sobre los impactos asociados al acceso a electricidad y los efectos ambientales por el uso de EE.RR. Además, el análisis de los factores de sustentabilidad y de impacto permitió generar recomendaciones para el desarrollo de proyectos de micro-redes, pudiendo reducir errores y efectos negativos y favorecer el éxito de futuras iniciativas.

Por último, considerando el creciente uso de fuentes de EE.RR. para la electrificación de zonas rurales, tanto a nivel mundial como en Chile, las distintas experiencias existentes y el conocimiento y lecciones aprendidas a partir de los procesos de evaluación, son claves para seguir promoviendo estas iniciativas y asegurar que tengan éxito en el largo plazo. En este contexto, un elemento sustancial es la participación e involucramiento de la comunidad, por lo que es necesario trabajar y avanzar también en el desarrollo de proyectos de energía a nivel comunitario que sean ambiental, económica y socialmente sustentables.

5. BIBLIOGRAFÍA

- Agredano, J., J. Huacuz y G. Munguía. 2007. La electrificación de Puerto Alcatraz Baja California Sur México, un análisis retrospectivo. 14p.
- Alliance for Rural Electrification (ARE). 2010. Best practices of the Alliance for Rural Electrification: what renewable energy can achieve in developing countries. 24p.
- Alliance for Rural Electrification (ARE). 2011. Rural Electrification with Renewable Energy. 56p.
- Alvial, C. 2010. The role of expertise in the co-production of sustainable technologies. Master's Thesis for Graduate Program on Sustainability Science, University of Tokyo. 104p.
- Alvial, C., N Garrido, G. Jiménez, L. Reyes y R. Palma-Behnke. 2011. A methodology for community engagement in the introduction of renewable based smart microgrid. Energy for Sustainable Development. 15(3): 314-323.
- ANTZ. 2012. Escala de Likert. Newsletter ANTZ Research Solutions. 2p.
- Ashby, M. 2004. Planning the future now. Connell Wagner. 144p.
- Asociación SEBA. 2011. Proyecto Azahar: infraestructuras básicas sostenibles y fomento de la producción por microrredes de generación solar híbrida. Disponible en: <http://vimeo.com/17075966>. Leído el 26 de Junio de 2012.
- Bellhouse, G. 2004. Low frequency noise and infrasound from wind turbine generators: a literature review. Bel Acoustic Consulting. 45p.
- Benoit, I. 1989. Libro Rojo de la Flora Terrestre de Chile. Corporación Nacional Forestal (CONAF). 157p.
- Bolinger, M. 2001. Community Wind Power Ownership Schemes in Europe and their Relevance to the United States Lawrence Berkeley National Laboratory. 73p.
- Brent, A. y D. Rogers. 2010. Renewable rural electrification: Sustainability assessment of mini-hybrid off-grid technological systems in the African context. Renewable Energy. 35: 257-265.

Chaurey, A. and T. Chandra. 2010. Assessment and evaluation of PV based decentralized rural electrification: An overview. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 14: 2266–2278.

Corbiere-Nicollier, T., Y. Ferrari, Ch. Jomelin and O. Jolliet. 2003. Assessing sustainability: An assessment framework to evaluate Agenda 21 actions at the local level. *International Journal of Sustainable Development and World Ecology*. 10(3): 225-237.

Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) y GTZ. 2004. Fuentes renovables de energía en América Latina y el Caribe. 159p.

Comisión Nacional de Energía (CNE), Global Environment Facility (GEF) y Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). 2006. Implementación de microcentrales hidroeléctricas, comuna de San Pedro, Región de Antofagasta. 6p.

Comisión Nacional de Energía (CNE). 2004. Efectos de la electrificación rural en la localidad de Pallaco, comuna de Tirúa, VIIIª Región del Bío-Bío, con un enfoque de género. 4p.

Comisión Nacional de Energía (CNE), Ministerio del Interior y Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo. 2005. Informe final Programa de Electrificación Rural. 104p.

Comité de Ayuda al Desarrollo (Development Assistance Committee). 1991. Principles for Evaluation of Development Assistance. OECD. 20p

Comité de Ayuda al Desarrollo (Development Assistance Committee). 2010. Evaluating Development Co-operation, summary of key norms and standards. Second Edition. OECD. 34p

Corporación para el Desarrollo Sostenible. 2012. Proyecto de electrificación fotovoltaico de la comunidad Cauchal. Disponible en: <http://www.codeso.com/FVCauchal.html>. Leído el 20 de marzo de 2012.

Corscadden, K., A. Wile and E. Yiridoe. 2012. Social license and consultation criteria for community wind projects. *Renewable Energy*. 44: 392-397.

Cubells, A. 2008. Evaluación del proyecto El Alumbre (Electrificación rural eólica). Facultat de Náutica de Barcelona, Universitat Politècnica de Catalunya. Proyecto final de carrera, Ingeniería Técnica Naval. 142p.

Del Carpio, T., D. Ramos and R. Vasquez-Arnez. 2010. Microgrid Systems: Current Status and Challenges. Pp 8-10. *In: Transmission and Distribution Conference and Exposition: Latin America*. Sao Paulo, Brazil, November, 8-10, 2010.

Del Río, P. y M. Burguillo. 2008. Assessing the impact of renewable energy deployment on local sustainability: Towards a theoretical framework. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 12: 1325–1344.

Department of Minerals and Energy Pretoria. 2008. Mini-grid hybrid viability and replication potential, Final Report. 209p.

Energy Sector Management Assistance Programme (ESMAP), World Bank. 2003. Rural electrification and development in the Philippines: Measuring the social and economic benefits. Washington, DC: World Bank. 169p.

Ferrer-Martí, L., A. Garwood, J. Chiroque, R. Escobar, J. Coello and M. Castro. 2010. A Community Small-Scale Wind Generation Project in Peru. *Wind Engineering*. 34(3): 277–288.

Ferrer-Martí, L., B. Domenech, W. Canedo, C. Reza, M. Tellez, M. Dominguez, L. Perone y J. Salinas. 2011. Experiences of Community Wind Electrification Projects in Bolivia: evaluation and Improvements for Future Projects. 85-106p. In: *Sustainable Growth and Applications in Renewable Energy Sources*. InTech, Viena. 338p.

Flick, U. 2004. *Introducción a la Investigación Cualitativa*. Ediciones Morata. 323p.

Garrido, N., L. Reyes, C. Alvial y P. Weber. 2011. Informe de cierre Proyecto ESUSCON. Centro de Energía, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas. 20p.

Garrido, N. y M. Álvarez. 2011. Informe Área Social, Proyecto ESUSCON. Centro de Energía, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas. 84p.

Gross, C.. 2007. Community perspectives of wind energy in Australia, The application of a justice and community fairness framework to increase social acceptance. *Energy Policy*. 35(5): 2727-2736.

González, E. 2007. La teoría de los stakeholders: Un puente para el desarrollo práctico de la ética empresarial y de la responsabilidad social corporativa. *Veritas*. 17(2): 205-224.

Hernández, R., C. Fernández y P. Baptista. 1997. *Metodología de la investigación*. McGraw-Hill. 497p.

Hoffman, S. and A. High-Pippert. 2005. Community energy: A social architecture for an alternative energy future. *Bulletin of Science, Technology & Society*. 25(5): 387-401.

International Fund for Agricultural Development. Sustainability of rural development projects, Best practices and lessons learned by IFAD in Asia. 68p.

- Karger C y W. Henningsa. 2009. Sustainability evaluation of decentralized electricity generation. *Renew Sustain Energy Rev.* 13(3):583–93.
- Kirubi, C., A. Jacobson, D. Kammen and A. Mills. 2009. Community-Based Electric Micro-Grids Can Contribute to Rural Development: Evidence from Kenya. *World Development.* 37 (7): 1208–1221.
- Mella, O. & Ortiz, I. 1999. Rendimiento escolar. Influencias diferenciales de factores externos e internos. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos.* 29(1): 69-92.
- Migliore, P., J. van Dam, and A. Huskey. 2003. Acoustic Tests of Small Wind Turbines October 2003. National Renewable Energy Laboratory (NREL). 17p.
- Peppermans J, Driesen J, Haeseldonckx D, Belmans R y W. D'haeseleer. 2005. Distributed generation: definition benefits, and issues. *Energy Policy* 33: 787–98.
- Pierce, J. and L. Rodgers. 2004. The Psychology of Ownership and Worker-Owner Productivity. *Group & Organization Management.* 29(5): 588-613.
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). 2011a. Proyecto Remoción de barreras para la electrificación rural. Disponible en: <http://www.pnud.cl/proyectos/fichas/electrificacion-rural.asp>. Leído el 8 de enero de 2012.
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). 2011b. Towards an ‘energy plus approach for the poor, A review of good practices and lessons learned from Asia and the Pacific. 112p.
- Pool, F. and T. Gurme. 2009. Final Terminal Evaluation for UNDP-GEF Project “Community Micro-Hydro for Sustainable Livelihood in Bhutan”. 47p.
- Quiroga, R. 2001. Indicadores de sostenibilidad ambiental y de desarrollo sostenible: estado del arte y perspectivas, Capítulo 1: Los hallazgos del estudio. División de Medio Ambiente y Asentamientos Humanos, CEPAL. 10p.
- Rogers, A., J. Manwell and S. Wright. 2002. Wind Turbine Acoustic Noise. Renewable Energy Research Laboratory, Department of Mechanical and Industrial Engineering, University of Massachusetts at Amherst. 26p.
- Rolland, S. and G. Glania. 2011. Hybrid mini-grids for rural electrification: lessons learned. Alliance for Rural Electrification. 72p.
- Santesmases, M. 2009. Diseño y análisis de encuestas en investigación social y de mercados. Cuarta edición. Ediciones pirámide. 554p

Shamsuzzohaa, A., A. Grantb, y J. Clarkeb. 2012. Implementation of renewable energy in Scottish rural area: A social study. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 16: 185-191.

Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo Coquimbo (SUBDERE). 2007. Programa de Electrificación Rural: Gobierno instala más de tres mil fotovoltaicos en la Región de Coquimbo. Disponible en: <http://www.subdere.gov.cl/sala-de-prensa/programa-de-electrificaci%C3%B3n-rural-gobierno-instala-m%C3%A1s-de-tres-mil-fotovoltaicos-en-l>. Leído el 8 de enero de 2012.

Taylor,S.J. y R. Bogdan.1992. Introducción a los métodos cualitativos en investigación, la búsqueda de los significados. Editorial Paidós, España. 343p.

The World Bank. 2008. Designing Sustainable Off-Grid Rural Electrification Projects: Principles and Practices, Operational Guidance for World Bank Group Staff. 32p.

Thomson G. 2008. Community Small Scale Wind Farms for New Zealand: A Comparative Study of Austrian Development, with Consideration for New Zealand's Future Wind Energy Development. Thesis submitted as partial fulfilment of the requirements for the degree of: "Master of Natural Resources Management and Ecological Engineering". Lincoln University, Canterbury, New Zealand and University of Natural Resources Management and Applied Life Sciences (BOKU), Vienna, Austria. 213p.

Trama TecnoAmbiental, s.a. La primera microrred eléctrica con Generación Solar Híbrida (MGS) en una isla de Sudamérica. 3p.

Vallvé, X., M. Ramírez, I. Vosseler y O. Gavalda. 2006. Electrificación rural FV híbrida de pueblos, un factor crucial para el desarrollo local. *Ingeniería energética y medioambiental*. 190: 69-75.

Vázquez, M., D. Cadilla, J.O. Gavalda, P. Izquierdo, M. Pose, D. Vázquez, J.M. Santos, X.

Vallvé y A. Grailot. 2008. Evaluación técnica de un año de operación de la microrred solar fotovoltaica híbrida (mgs) de electrificación de la aldea de Akane (Marruecos). In: XIV Congreso Ibérico y IX Ibero Americano de energía solar. Vigo, España, Junio 2008.

Vallvé, X. 2010. Micro-grid power systems based on renewable energy for rural electrification: benefits, examples and steps to promote these solutions. *In: International hearing on Climate change and energy access for the poor*. Limbé, Cameroon, March 26-28, 2010.

Walker, G. y N. Cass. 2007. Carbon reduction, 'the public' and renewable energy: engaging with socio-technical configurations. *Area*. 39(4): 458-469.

Walker, G. and P. Devine-Wright. 2007. Community renewable energy: What should it mean. *Energy Policy*. 36(2):497-500.

Walker, G., P. Devine-Wright, S. Hunter, H. High and B. Evans. Trust and community: exploring the meanings, contexts and dynamics of community renewable energy. *Energy Policy*. 38:2655–2663.

Warren, C. y M. McFadyen. 2012. Does community ownership affect public attitudes to wind energy? A case study from south-west Scotland. *Land Use Policy*. 27: 204–13.

Wüstenhagen, R., M. Wolsink y MJ. Bürer. 2007. Social acceptance of renewable energy innovation: An introduction to the concept. *Energy Policy*. 35:2683–2691.

Zomers, A. 2001. Rural Electrification. Ph.D. thesis, University of Twente. 321p.

6. APÉNDICES

Apéndice 1. Casos de estudio analizados

Cuadro 7. Casos de estudio analizados según tipo, nombre, localidad (es), N° de usuarios o beneficiarios y características técnicas principales.

Tipo de proyecto	Localidad/nombre proyecto o programa	N° de usuarios o beneficiarios	Características técnicas
Microrredes	Lucingweni, Sudáfrica	220 casas	-560 paneles fotovoltaicos de 100 W, 6 generadores eólicos de 6 kW, sistema de baterías -Capacidad total: 92 kW -120 casas conectadas, permitía la conexión de 4 ampolletas, 1 televisor, 1 radio y 1 cargador de celular con límite diario de 1 kW/h
	Cauchal, Ecuador	80 familias	-58 Paneles fotovoltaicos de 6,38 kW en total, generador diesel que se utiliza en la noche, sistema de baterías -24 horas de suministro
			-1 microrred en Puerto Velasco Ibarra: paneles fotovoltaicos y un generador diesel de 60 kW. -Capacidad total: 78 kW
	Floreana, Islas Galápagos, Ecuador	200 personas aproximadamente	-2 microrredes más pequeñas para las zonas altas: paneles fotovoltaicos de 1,8 kW y un generador eólico de 500 W y otra de 2,1 kW de paneles fotovoltaicos -2 sistemas individuales fotovoltaicos de 400 W -24 horas de suministro

(continúa)

Cuadro 7 (continuación)

Tipo de proyecto	Localidad/nombre proyecto o programa	N° de usuarios o beneficiarios	Características técnicas
Microrredes	Puerto alcatraz, Isla Santa Margarita, México	143 habitantes, 33 viviendas	-36 paneles fotovoltaicos de 2,3 kW en total y 10 generadores eólicos de de 10 kW en total, generador diesel de respaldo de de 90 kW -Capacidad total: 12,3 kW -24 horas de suministro
	Akane, Marruecos	27 casas, 4 instalaciones públicas alumbrado público y	-Microrred principal de 30 casas: Paneles fotovoltaicos de 5,76 kW en total, generador eólico de 8,2 kW en total. -Microrred más pequeña: paneles fotovoltaicos de 480 W en total -1 sistema individual fotovoltaico -24 horas de suministro. Hay tarifas, cuotas de energía y dispensadores de energía
	Sabah, Malasia	63 escuelas	-Sistemas híbridos diesel/fotovoltaicos. Entre 10 y 45 kW de potencia total
Proyectos de sistemas individuales	Turco y Challapata, Bolivia	80 personas	-Turco: 13 generadores eólicos individuales de 100 W -Challapata: 9 generadores eólicos individuales de 100 W
	El Alumbre, Perú	175 personas (35 familias)	-35 generadores eólicos individuales de 100 W
	Eritrea	350 casas	-Generadores eólicos individuales de 12 W
	Mauretania	7 localidades rurales aisladas	-Generadores eólicos individuales de 1,4 kW
Proyectos de plantas fotovoltaicas (PV)	China	7000 casas (142 localidades aisladas)	-PV de potencia variada y generadores diesel de respaldo en algunos casos
	San Lorenzo, Ecuador	19 casas	-PV de 3,3 kW. -Sistemas individuales de 200 W y 400 W

(continúa)

Cuadro 7 (continuación)

Tipo de proyecto	Localidad/nombre proyecto o programa	N° de usuarios o beneficiarios	Características técnicas
Proyectos de plantas fotovoltaicas (PV)	Cabo verde	60 familias	-PV de 27,3 kW en total 24 horas de suministro
	Emnazeil, Cisjordania	35 familias, 3 instalaciones públicas y alumbrado público	-PV de 12,15 kW en total -24 horas de suministro
	Sengor, Bhutan	57 casas	-Microcentral de 100 kW
Microcentrales hidroeléctricas	Pallaco, Bío bío	15 familias	-Microcentral de 13 kW
	San Pedro de Atacama	131 familias	-Microcentrales en 3 localidades de 50, 80 y 12 kW
Programas y proyectos de electrificación	Proyecto ACCESS, Filipinas	35000 beneficiarios. Pueblos aislados (barangays)	-Sistemas de plantas fotovoltaicas
	FREP, Fiji. (Fiji Rural Electrification Programme- FREP)	81,4% de la población rural de Fiji	-Extensión de la red eléctrica -Generadores diesel en localidades aisladas
	REDP, Nepal. (Rural Energy Development Programme)	550000 personas en localidades rurales	-Microcentrales hidroeléctricas, sistemas individuales fotovoltaicos, plantas de biogás y cocinas mejoradas
	RERED, Sri Lanka. (Renewable Energy for Rural Economic Development)	611110 personas	-Microcentrales hidroeléctricas conectadas y no conectadas a la red eléctrica principal -Sistemas individuales fotovoltaicos

(continúa)

Cuadro 7 (continuación)

Tipo de proyecto	Localidad/nombre proyecto o programa	N° de usuarios o beneficiarios	Características técnicas
Programas y proyectos de electrificación	PREDP, Timor-leste. (Participatory Rural Energy Development Programme)	1800 beneficiarios	-Plantas de biogás, plantas fotovoltaicas y cocinas mejoradas
Generación diesel	Mpeketoni	221 usuarios (105 casas y 116 instalaciones públicas)	-3 generadores diesel de 60, 57 y 150 kVA

(Fuente: elaboración propia en base a Corporación para el Desarrollo Sostenible (CODESO), 2012; Department of Minerals and Energy Pretoria (DME), 2008; Trama TecnoAmbiental, s.a.; Agredano *et al.*, 2007; Vázquez *et al.*, 2008; Ferrer-Martí *et al.*, 2010; Ferrer-Martí *et al.*, 2011; Asociación SEBA, 2011; Pool and Gurme, 2009; PNUD, 2011b; Alliance for Rural Electrification, 2010; Kirubi *et al.*, 2009; CNE, 2004; CNE *et al.*, 2009).

Apéndice 2. Variables e indicadores preliminares

Cuadro 8. Variables e indicadores generados en la propuesta metodológica preliminar

Criterio de impacto		
Variable	Indicador cuantitativo	Indicador cualitativo
1.Nuevas actividades productivas	1.1.Actividades/microempresas desarrolladas tras el inicio del proyecto que requieran electricidad	1.2.Nivel de influencia de la electricidad en el desarrollo de nuevas actividades
2.Eficiencia de las actividades actuales	2.1.Variación en la duración de la jornada diaria por inclusión de artefactos eléctricos	2.2.Nivel de influencia de la electricidad en las actividades existentes
3.Empleos generados	3.1.Número de empleos directos generados por la operación del sistema y por las nuevas actividades productivas	3.2.Nivel de influencia del proyecto en la generación de empleos
4.Ingresos económicos generados	4.1.Ingresos económicos familiares generados a partir de las variables 1 y 3	4.2.Nivel de influencia del proyecto en los ingresos familiares
5.Ahorro familiar	5.1.Gasto de las familias en artículos sustituidos a partir de la electrificación	5.2.Nivel de influencia del proyecto en el ahorro familiar
6.Horas de estudio	6.1.Horas de estudio diarias	6.2.Nivel de influencia de la electricidad en las horas que los niños dedican a estudiar
7.Condiciones de estudio	7.1.Horas de uso de artefactos eléctricos con potencial apoyo educativo	7.2.Nivel de influencia de ciertos artefactos eléctricos sobre las condiciones de estudio de los niños
8.Condiciones de higiene	8.1.Horas de uso diarias de aparatos con potencial apoyo a las labores de cuidado del hogar	8.2.Nivel de mejora en las condiciones de higiene producto del acceso a la electricidad

(continúa)

Cuadro 8 (continuación)

Criterio de impacto		
Variable	Indicador cuantitativo	Indicador cualitativo
9. Calidad de los servicios de salud	9.1. Horas de uso diario de aparatos eléctricos que favorecen la calidad del servicio médico local	9.2. Nivel de influencia del proyecto sobre la calidad del servicio médico local
10. Suministro de agua potable	10.1. Volumen de agua potable suministrado	10.2. Nivel de influencia del proyecto sobre el suministro de agua potable
11. Acceso a información	11.1. Horas de uso diarias de artefactos eléctricos con fines informativos	11.2. Nivel de influencia del proyecto sobre el acceso a información
12. Acceso a comunicaciones	12.1. Horas de uso diarias de artefactos eléctricos con fines de comunicación	12.2. Nivel de influencia del proyecto sobre el acceso a comunicaciones
13. Sensación de seguridad durante la noche	13.1. Existencia de luces encendidas durante la noche	13.2. Nivel de sensación de seguridad antes y después del proyecto, vinculada a la iluminación pública y privada
14. Tiempo libre	14.1. Horas de ocio diarias	14.2. Nivel de influencia del proyecto en el tiempo libre disponible durante el día
15. Acceso a medios de entretenimiento	15.1. Horas de uso diario de aparatos eléctricos con potencial para la entretenimiento	15.2. Nivel de influencia del proyecto en las opciones de entretenimiento
16. Relación entre vecinos	16.1. Variación del tiempo dedicado a actividades sociales informales con vecinos	16.2. Nivel de relación de los habitantes con sus vecinos y el resto de la comunidad
17. Actividades sociales formales	17.1. Variación del tiempo dedicado a actividades sociales formales	17.2. Relación entre el acceso a electricidad y la realización de actividades sociales formales
18. Emisiones de CO ₂	18.1. Reducción de emisiones de CO ₂ producto del proyecto	18.2. Importancia de la reducción de emisiones de CO ₂

(continúa)

Cuadro 8 (continuación)

Criterio de impacto		
Variable	Indicador cuantitativo	Indicador cualitativo
19.Mortalidad de fauna	de 19.1.Animales muertos producto de aerogeneradores	19.2.Importancia del daño a la fauna
20.Emisiones de ruido	de 20.1.Emisión de ruido de los aerogeneradores	20.2.Grado de molestia generada por el ruido de los aerogeneradores
21.Cambio sobre el Paisaje	21.1.Impacto generado por instalaciones	21.2.Grado de impacto (positivo o negativo) que generan las instalaciones del sistema sobre el paisaje
Criterio de sustentabilidad		
Variable	Indicador cuantitativo	Indicador cualitativo
22.Participación en el proceso	22.1.Porcentaje de asistencia a reuniones	
23.Toma de decisiones	de 23.1.Porcentaje de participación en la toma de decisiones sobre el proyecto	
24.Aporte mano de obra	24.1.N° de personas que trabajaron durante la instalación del proyecto y aquellos que trabajan en la operación	
25.Aporte financiero	25.1.Aporte en dinero de las familias al proyecto	
26.Operación por parte de la comunidad	26.1.Participación de la comunidad en la operación del proyecto, dependencia o no de organismos externos	
27.Conocimiento del sistema	27.1.Conocimiento del funcionamiento del sistema a nivel general, fuentes de energía, limitaciones de uso	

(continúa)

Cuadro 8 (continuación)

Criterio de sustentabilidad		
Variable	Indicador cuantitativo	Indicador cualitativo
28.Satisfacción con respecto al sistema		28.1.Nivel de satisfacción con respecto al funcionamiento del sistema
29.Distribución de los impactos		29.1.Percepción de la distribución de los impactos dentro de la comunidad
30.Acción de organismos externos		30.1.Grado de confianza en las acciones que realizan organismos externos para la operación y mantenimiento del sistema

(Fuente: elaboración propia).

Apéndice 3. Cuestionario preliminar

Cuestionario aplicado en Huatacondo, previo a las correcciones realizadas

1.- Preguntas generales sobre el proyecto

- A nivel general, ¿Está usted satisfecho o no con respecto al funcionamiento del sistema eléctrico y en qué nivel?

Muy insatisfecho	Insatisfecho	Medianamente	Satisfecho	Muy satisfecho

- ¿Para cuántas personas cree usted que recaen los impactos positivos del proyecto?

Para muy pocas personas	Para pocas personas	Para varias personas	Para muchas personas	Para todos

- ¿Qué nivel de confianza tiene usted con respecto a las personas externas a la comunidad que participan en el proyecto?

Muy bajo	Bajo	Regular	Alto	Muy alto

- ¿Entiende usted que es la “energía fotovoltaica”, “energía eólica”, “energía de biomasa”, etc?

Si	No

Respuesta esperada: que expliquen de donde provienen y como se genera la energía. Ej: “la energía fotovoltaica es la que proviene del sol, pasa por unos paneles (o placas) y se convierte en electricidad”.

- ¿Podría explicar, de forma general, cómo funciona el sistema eléctrico asociado al proyecto?

Si	No

Respuesta esperada: que indiquen las fuentes de generación, cuál aporta más y cómo varía la disponibilidad de energía durante el día

- ¿Sabe usted que precauciones debe tener con respecto al uso de los aparatos eléctricos en su casa?

Si	No

Respuesta esperada: Que indiquen los aparatos eléctricos que deben evitar usar y en qué momento del día pueden usarlos

- ¿Usted participó de manera directa en los trabajos realizados durante la etapa de construcción del proyecto y/o en la operación del sistema? (de forma remunerada o no)

		Construcción	Operación
Si			
No			

2.- Preguntas asociados a impactos socioeconómicos

- ¿Usted a qué actividad(es) se dedica?, ¿Ésta existía antes de la implementación del proyecto o se generó luego de éste?
- Sobre las nuevas actividades: ¿Requiere electricidad para su funcionamiento?
- ¿Cuántos empleos ha generado la actividad económica (o microempresa) que desarrolla? (Dirigido a las personas que hayan desarrollado una nueva actividad económica gracias al proyecto)
- Sobre las actividades existentes previo al proyecto ¿Ha incluido el uso de algún artefacto eléctrico para su funcionamiento?
- ¿Cuál es la duración de su jornada diaria de trabajo actualmente?
- ¿Cree que se ha reducido su jornada de trabajo?, si es así, ¿En cuántas horas?:

Entre 0 y 1/2 hora	Entre 1/2 y 1 hora	Entre 1 y 2 horas	Entre 2 y 3 horas	Más de 3 horas

- Usted fue empleado (de forma remunerada) durante la instalación del proyecto y/o para su operación?
- ¿Cuál es su ingreso familiar mensual actual?

Menos de \$150000	Entre \$150000 y \$200000	Entre \$200000 y \$250000	Entre \$250000 y \$300000	Entre \$300000 y \$350000	Más de \$350000

- ¿Cuál era su ingreso familiar mensual previo al proyecto?

Menos de \$150000	Entre \$150000 y \$200000	Entre \$200000 y \$250000	Entre \$250000 y \$300000	Entre \$300000 y \$350000	Más de \$350000

- ¿Cuánto dinero gasta mensualmente en artículos para iluminación y calefacción como velas, pilas y baterías, parafina u otro combustible (estufas y generadores eléctricos), dentro de los siguientes rangos (deben ser lo mismos que los utilizados para la línea base, pero se recomiendan los siguientes)?:

Menos de \$2000	Entre \$2000 y \$4000	Entre \$4000 y \$6000	Entre \$6000 y \$8000	Más de \$8000

- ¿Cuánto dinero menos cree que gasta en artículos para iluminación y calefacción como velas, pilas y baterías, parafina u otro combustible (estufas y generadores eléctricos), dentro de los siguientes rangos?:

Menos de \$2000	Entre \$2000 y \$4000	Entre \$4000 y \$6000	Entre \$6000 y \$8000	Más de \$8000

- ¿Cuántas horas (promedio) estudia su hijo al día? (deben ser los mismos rangos utilizados en la línea base, a modo de referencia puede ser los siguientes):

Menos de 1/2	Entre 1/2 y 1 hora	Entre 1 y 2 horas	Más de 2 horas

- Si cree que ha variado la cantidad de horas que estudian sus hijos, ¿Cuántas horas (promedio) dentro de los siguientes rangos?:

>2 horas menos	1-2 horas menos	1/2-1 hora menos	0-1/2 hora menos	No ha variado	0-1/2 hora más	1/2-1 hora más	1-2 horas más	>2 horas más

- Pregunta dirigida al profesor (es) de la escuela/colegio: ¿Hay artefactos eléctricos en la escuela/colegio que se utilicen para la educación de los niños?, ¿Cuántas horas al día se utilizan con este objetivo dentro de los siguientes rangos?:

Artefactos/horas de uso	Entre 0 y 1/2 hora	Entre 1/2 y 1 hora	Entre 1 y 2 horas	Más de 2 horas

- Pregunta a jefes de hogar donde existan niños en edad escolar: ¿Tiene usted artefactos eléctricos que se utilicen para la educación de los niños?, ¿Cuántas horas al día se utilizan con este objetivo dentro de los siguientes rangos?:

Artefactos/horas de uso	Menos de 1/2 hora	Entre 1/2 y 1 hora	Entre 1 y 2 horas	Más de 2 horas

- ¿Cuántas horas al día utiliza los siguientes artefactos eléctricos?:

Artefactos/horas de uso	Menos de 1/2 hora	Entre 1/2 y 1 hora	Entre 1 y 2 horas	Más de 2 horas
Lavadora				
Refrigerador				
Aspiradora				
Otros				

- Pregunta al encargado del servicio médico local: ¿Hay artefactos eléctricos que se utilicen en el servicio médico?, ¿Cuántas horas a la semana se utilizan con este objetivo dentro de los siguientes rangos?:

Artefactos/horas de uso	Entre 0 y 5 horas	Entre 5 y 15 horas	Entre 15 y 30 horas	Más de 30 horas	24 horas al día

- ¿Cuántas horas al día utiliza los siguientes artefactos eléctricos?

Artefactos/horas de uso	Menos de 1/2 hora	Entre 1/2 y 1 hora	Entre 1 y 2 horas	Más de 2 horas
Televisor				
Radio				
Computador				
Celular				
Teléfono fijo				

- De los siguientes artefactos eléctricos, ¿Con qué fin los utiliza dentro del tiempo de uso diario?

Artefactos/porcentaje de uso	Información	Comunicación	Entretención
Televisor			
Radio			
Computador			

- ¿Deja usted luces encendidas durante la noche?

- ¿Cuánto más o menos seguro se siente al tener iluminación durante la noche?

Mucho menos	Un poco	Igual	Un poco más	Mucho más

- ¿Cuántas horas (promedio) de tiempo libre tiene usted al día, dentro de los siguientes rangos?:

Menos de 1 hora	Entre 1 y 3 hora	Entre 3 y 5 horas	Más de 5 horas

- Si cree que han aumentado la cantidad de horas de tiempo libre que tiene durante el día, ¿Cuántas horas (promedio) más ha aumentado, dentro de los siguientes rangos?:

Menos de 1/2 hora	Entre 1/2 y 1 hora	Entre 1 y 2 horas	Más de 2 horas

- ¿Cuánto tiempo dedica a actividades sociales informales?

Menos de 1 hora	Entre 1 y 2 hora	Entre 2 y 3 horas	Más de 3 horas

- ¿Cuánto tiempo dedica a actividades sociales formales?

Menos de 1 hora	Entre 1 y 2 hora	Entre 2 y 3 horas	Más de 3 horas

- ¿Cómo cree que es su relación con sus vecinos hoy comparado con la situación antes del proyecto? (rangos que deben utilizarse también en la línea base)

Mucho peor	Peor	Igual	Mejor	Mucho mejor

3.- Preguntas de percepción de impactos socioeconómicos

Opción 1. Grado de acuerdo o desacuerdo con las siguientes afirmaciones:

	Muy en desacuerdo	En desacuerdo	Neutral	De acuerdo	Muy de acuerdo
“La electricidad ha influido en el desarrollo de nuevas actividades”					
“La electricidad ha mejorado mi trabajo actual (facilitarlo, mejorar la productividad)”					
“La electricidad ha tenido un efecto positivo en la generación de empleos”					
“La electricidad ha tenido un efecto positivo en los ingresos”					

de mi familia”					
“La electricidad ha permitido un ahorro de dinero para mi familia”					
“La electricidad ha tenido un efecto positivo en el tiempo que mis hijos dedican a estudiar”					
“Los artefactos eléctricos con potencial educativo han mejorado las condiciones de estudio de los niños”					
“La electricidad ha mejorado las condiciones de higiene de mi hogar”					
“La electricidad ha mejorado las condiciones de la posta local”					
“La electricidad me ha permitido estar más y mejor informado”					
“La electricidad me ha permitido estar más comunicado”					
“La electricidad ha influido en la cantidad de tiempo libre que tengo durante el día”					
“La electricidad me ha permitido tener mayores opciones de entretención”					
“La electricidad me ha permitido participar más en actividades sociales formales”					

Opción 2. Preguntas sobre el nivel de influencia

- ¿En qué nivel cree que la electricidad ha influenciado el desarrollo de nuevas actividades productivas?
- ¿En qué nivel cree la electricidad ha influenciado su trabajo actual, referido a facilitar o mejorar su productividad?
- ¿En qué nivel cree que el proyecto y el acceso a electricidad ha influido en la generación de empleos?

- ¿En qué nivel cree que el proyecto y el acceso a electricidad ha influido en la variación de los ingresos económicos de su familia?
- ¿En qué nivel cree que el proyecto y el acceso a electricidad ha influido en el ahorro de dinero generado para su familia?
- ¿En qué nivel cree que el proyecto y el acceso a electricidad ha influido en la variación del tiempo de estudio de sus hijos?
- ¿Qué nivel de influencia cree que tiene el uso de ciertos artefactos eléctricos como televisores, computadores e impresoras sobre la educación de sus hijos?
- ¿Qué nivel de influencia cree que tiene el uso de aparatos eléctricos como refrigeradores, lavadoras, aspiradoras, etc., sobre las condiciones de higiene de su hogar?
- ¿Qué nivel de influencia cree que tiene el uso de aparatos eléctricos sobre las condiciones y atención de la posta local?
- ¿Qué nivel de influencia cree que ha tenido el proyecto y el acceso a electricidad sobre el acceso a mayor y mejor información?
- ¿Qué nivel de influencia cree que ha tenido el proyecto y el acceso a electricidad sobre el acceso a comunicaciones?
- ¿En qué nivel cree que el proyecto y el acceso a electricidad ha influido en la variación del tiempo del tiempo libre que tiene durante el día?
- ¿Qué nivel de influencia cree que ha tenido el proyecto y el acceso a electricidad sobre el acceso a mayores opciones de entretenimiento?
- ¿En qué nivel cree que el proyecto y el acceso a electricidad ha influido en su participación en actividades sociales formales?

Todas las preguntas, contienen los mismos rangos de respuesta que son:

Muy bajo	Bajo	Regular	Alto	Muy alto

4.- Preguntas asociadas a impactos ambientales

- “Es importante para mí que la microred permita reducir la contaminación del aire (emisiones de CO₂)”¹⁵

Muy en desacuerdo	En desacuerdo	Neutral	De acuerdo	Muy de acuerdo

- ¿Ha visto o encontrado algún ave muerta cerca de los aerogeneradores?

- “Es importante para mí el daño que pueda generar a la fauna del lugar”

Muy en desacuerdo	En desacuerdo	Neutral	De acuerdo	Muy de acuerdo

- ¿Siente alguna molestia producto del ruido de los aerogeneradores?, ¿En qué nivel?

		Muy bajo	Bajo	Regular	Alto	Muy alto
Si						
No						

- ¿Cree que el proyecto tiene algún impacto sobre el paisaje?, ¿De qué tipo?

		Muy negativo	Negativo	Neutral (sin impacto)	Positivo	Muy positivo
Si						
No						

¹⁵ Tanto para esta pregunta como para la asociada a la importancia del daño a la fauna, se generó la segunda opción de pregunta, de forma similar a las planteadas para los impactos socioeconómicos

Apéndice 4. Fichas de los indicadores finales propuestos

Indicador 1.1. N° de actividades económicas/microempresas desarrolladas tras el inicio del proyecto que requieran electricidad.

Objetivo: Saber si el proyecto de microrredes o de energías renovables ha permitido que se generen nuevas actividades productivas para la comunidad asociada.

Descripción: Se medirá la variación porcentual del número de actividades productivas o microempresas generadas a partir del proyecto a lo largo del tiempo. Se considerarán sólo aquellas actividades donde el acceso a electricidad sea un factor clave para su funcionamiento.

Resultado esperado: Aumentar la cantidad de actividades productivas que se desarrollan en la localidad.

Frecuencia: Anual.

Periodo: 4 años.

Fórmula:

$$[(N^{\circ} \text{ de actividades productivas año } n+1 - N^{\circ} \text{ de actividades productivas año } n) / N^{\circ} \text{ de actividades productivas año } n] * 100$$

Preguntas asociadas:

- ¿Usted a qué actividad(es) se dedica?, de ésta(s), ¿Alguna fue iniciada tras la implementación del proyecto?, ¿Requiere electricidad para su funcionamiento?

Indicador 1.2. Nivel de importancia de las nuevas actividades productivas para los usuarios.

Objetivo: Evaluar la importancia que tiene para las familias las nuevas actividades productivas generadas gracias al proyecto.

Descripción: Se evaluará el grado de importancia para los usuarios de las nuevas actividades productivas generadas, en una escala cualitativa de 5 niveles.

Resultado esperado: Nivel alto o muy alto.

Frecuencia: Anual.

Periodo: 4 años.

Preguntas asociadas:

- En un rango del 1 al 5, siendo 1 el nivel más bajo de importancia y 5 el más alto, ¿Cuán importante ha sido para usted y su familia el desarrollo de la actividad económica generada gracias al acceso a electricidad?

1 (Muy bajo)	2	3	4	5 (Muy alto)

Indicador 2.1. Duración de la jornada diaria tras la inclusión de artefactos eléctricos.

Objetivo: Conocer si el proyecto ha mejorado y facilitado las actividades económicas, reduciendo las horas de trabajo.

Descripción: Se medirá la variación porcentual de la duración de la jornada diaria de trabajo en las actividades donde se hayan implementado artefactos eléctricos para su funcionamiento.

Resultado esperado: Reducir la duración de la jornada diaria de trabajo.

Frecuencia: Anual.

Periodo: 2 años.

Fórmula:

$$\left[\frac{\text{Cantidad de horas en que ha variado la jornada}}{\text{(Duración jornada año } n - \text{ horas de variación)}} \right] * 100$$

Preguntas asociadas:

- En cuanto a la actividad que realizaba antes de la implementación del proyecto y que sigue realizando actualmente, ¿Ha incluido el uso de algún artefacto eléctrico para su funcionamiento?
- ¿Cuál es la duración de su jornada diaria de trabajo actualmente?
- ¿Cree que se ha reducido su jornada de trabajo?, si es así, ¿En cuántas horas?:

Entre 0 y 1/2 hora	Entre 1/2 y 1 hora	Entre 1 y 2 horas	Entre 2 y 3 horas	Más de 3 horas

Indicador 2.2. Nivel de importancia de la reducción de la jornada diaria de trabajo para los usuarios.

Objetivo: Evaluar la importancia que tiene para las familias la reducción de la jornada diaria de trabajo gracias generadas gracias al proyecto.

Descripción: Se evaluará el grado de importancia para los usuarios de la reducción de la jornada diaria de trabajo, en una escala cualitativa de 5 niveles.

Resultado esperado: Nivel alto o muy alto.

Frecuencia: Anual.

Periodo: 2 años.

Preguntas asociadas:

- En un rango del 1 al 5, siendo 1 el nivel más bajo de importancia y 5 el más alto, ¿Cuán importante ha sido para usted y su familia la variación que ha habido en su jornada diaria de trabajo? (Idem tabla indicador 1.2)

Indicador 3.1. Número de empleos directos generados por la operación del sistema y por las nuevas actividades productivas.

Objetivo: Conocer si el proyecto ha permitido generar empleos (remunerados) para la localidad asociada.

Descripción: Se medirá la cantidad de empleos generados a partir del proyecto considerando aquellos generados por la instalación y operación del sistema y los generados por las nuevas actividades productivas.

Resultado esperado: Generar y aumentar los empleos para la población de la localidad.

Frecuencia: Anual.

Periodo: 4 años.

Fórmula:

$$[(N^{\circ} \text{ de empleos generados al año } n+1 - N^{\circ} \text{ de empleos generados al año } n) / N^{\circ} \text{ de empleos generados al año } n] * 100$$

Preguntas asociadas:

- ¿Usted fue empleado durante la instalación del proyecto y/o para su operación?

- ¿Cuántos empleos ha generado la actividad económica (o microempresa) que desarrolla? (Dirigido a las personas que hayan desarrollado una nueva actividad económica gracias al proyecto)

Indicador 3.2. Nivel de importancia de los empleos generados para los usuarios

Objetivo: Evaluar la importancia que tienen para las familias los empleos generados a partir del proyecto

Descripción: Se evaluará el grado de importancia de los empleos generados para los usuarios, en una escala cualitativa de 5 niveles.

Resultado esperado: Nivel alto o muy alto

Frecuencia: Anual

Periodo: 4 años

Preguntas asociadas:

- En un rango del 1 al 5, siendo 1 el nivel más bajo de importancia y 5 el más alto, ¿Cuán importante ha sido para usted y su familia el empleo que tuvo o tiene gracias al proyecto? (Idem tabla indicador 1.2)

Indicador 4.1. Ingresos económicos familiares generados a partir de las variables 1 y 3.

Objetivo: Identificar el impacto que ha tenido el proyecto en los ingresos económicos de las familias.

Descripción: Se medirán los ingresos totales mensuales de las familias donde parte o la totalidad de sus ingresos sean producto de las nuevas actividades y/o los empleos generados en el marco del proyecto, y la variación de aquéllos con respecto a los ingresos familiares previos a la implementación del proyecto.

Resultado esperado: Aumentar o mantener los ingresos familiares.

Frecuencia: Anual.

Periodo: 4 años.

Fórmula:

$$\left[\frac{\text{Ingresos familiares totales año } n - \text{Ingresos familiares totales previo al proyecto}}{\text{Ingresos familiares totales previo al proyecto}} \right] * 100$$

Preguntas asociadas:

- ¿Cuál es su ingreso familiar mensual actual?

Menos de \$150000	Entre \$150000 y \$200000	Entre \$200000 y \$250000	Entre \$250000 y \$300000	Entre \$300000 y \$350000	Más de \$350000

- ¿Cuál era su ingreso familiar mensual previo al proyecto? (Idem tabla anterior)

Indicador 4.2. Nivel de importancia del aumento de ingresos económicos generados.

Objetivo: Evaluar la importancia que tiene para las familias el aumento de ingresos generado a partir del proyecto.

Descripción: Se evaluará el grado de importancia para los usuarios del aumento de ingresos generado gracias al proyecto, a raíz de las nuevas actividades económicas y empleos directos.

Resultado esperado: Nivel alto o muy alto.

Frecuencia: Anual.

Periodo: 4 años.

Preguntas asociadas:

- En un rango del 1 al 5, siendo 1 el nivel más bajo de importancia y 5 el más alto, ¿Cuán importante ha sido para usted y su familia la variación de ingresos económicos generada? (Idem tabla indicador 1.2)

Indicador 5.1: Gasto de las familias en artículos sustituidos a partir de la electrificación.

Objetivo: Saber si el proyecto ha permitido a las familias reducir el gasto en artículos para iluminación y calefacción, al poder satisfacer dichas necesidades con energía eléctrica.

Descripción: Se medirá la cantidad de dinero gastado por las familias en artículos para iluminación y calefacción, antes y después de la implementación del proyecto.

Resultado esperado: Reducir el gasto de las familias en los artículos mencionados.

Frecuencia: Anual.

Periodo: 2 años.

Fórmula:

$$[(\text{Gasto mensual en artículos año } n - \text{Gasto mensual en artículos previo al proyecto}) / \text{Gasto mensual en artículos previo al proyecto}] * 100$$
Preguntas asociadas:

- ¿Qué cantidad de artículos compra mensualmente para iluminación y calefacción como velas, pilas y baterías, gas u otro combustible?:
- ¿Qué cantidad de artículos compraba mensualmente para iluminación y calefacción como velas, pilas y baterías, gas u otro combustible, previo a la implementación del proyecto? (Idem tabla anterior)

Para obtener los valores del gasto mensual en los artículos mencionados, se utilizarán valores promedio del costo de cada uno al año de evaluación.

Indicador 5.2: Nivel de importancia del ahorro de dinero generado para las familias.

Objetivo: Evaluar la importancia que tiene para las familias el dinero ahorrado tras la implementación del proyecto.

Descripción: Se evaluará el grado de importancia para los usuarios del dinero ahorrado, en una escala cualitativa de 5 niveles.

Resultado esperado: Nivel alto o muy alto.

Frecuencia: Anual.

Periodo: 2 años.

Preguntas asociadas:

- En un rango del 1 al 5, siendo 1 el nivel más bajo de importancia y 5 el más alto, ¿Cuán importante ha sido para usted y su familia el ahorro de dinero generado gracias al proyecto? (Idem tabla indicador 1.2)

Indicador 6.1: Horas de estudio diarias.

Objetivo: Conocer el impacto del proyecto sobre cantidad de horas que los niños pueden dedicar a estudiar gracias al acceso a electricidad.

Descripción: Se medirán las horas de estudio diarias promedio de los niños y su variación luego del acceso a electricidad y su variación porcentual.

Resultado esperado: Aumentar el número de horas de estudio de los niños.

Frecuencia: Anual.

Periodo: 2 años.

Fórmula:

$$\left[\frac{\text{Horas extra de estudio al año } n}{(\text{Horas de estudio al año } n - \text{Horas extra de estudio al año } n)} \right] * 100$$

Preguntas asociadas:

- ¿Cuántas horas (promedio) estudia su hijo al día?:

Entre 0 y 1/2 hora	Entre 1/2 y 1 hora	Entre 1 y 2 horas	Más de 2 horas

- Si cree que ha variado la cantidad de horas que estudian sus hijos, ¿Cuántas horas (promedio) dentro de los siguientes rangos?:

>2 horas menos	1-2 horas menos	1/2-1 hora menos	0-1/2 hora menos	No ha variado o	0-1/2 hora más	1/2-1 hora más	1-2 horas más	>2 horas más

Indicador 6.2: Nivel de importancia del aumento de las horas de estudio de los niños.

Objetivo: Evaluar la importancia que tiene para las familias el aumento de las horas de estudio de los niños generada tras la implementación del proyecto.

Descripción: Se evaluará el grado de importancia para los usuarios del aumento de las horas de estudio de los niños, en una escala cualitativa de 5 niveles.

Resultado esperado: Nivel alto o muy alto.

Frecuencia: Anual.

Periodo: 2 años.

Preguntas asociadas:

- En un rango del 1 al 5, siendo 1 el nivel más bajo de importancia y 5 el más alto, ¿Cuán importante ha sido el aumento horas de estudio de sus hijos? (Idem tabla indicador 1.2)

Indicador 7.1: Nivel de impacto en las condiciones de estudio gracias al uso de artefactos eléctricos con potencial de apoyo educativo.

Objetivo: Conocer el impacto del proyecto sobre las condiciones de estudio de los niños por el acceso y uso de artefactos eléctricos con potencial de apoyo educativo.

Descripción: Corresponde a un indicador mixto donde se evaluará, por una parte, la percepción de los usuarios sobre el impacto en las condiciones de estudio de los niños que pueden generar el uso de ciertos artefactos eléctricos (referido al uso de éstos para el estudio y aprendizaje de los niños) como televisores, computadores, impresoras, proyectores, entre otros, y, por otra, las horas de uso de los mismos tanto en la escuela/colegio local como en las viviendas. Se medirá el indicador mediante una matriz cualitativa que considera dos factores: “Percepción de mejora” y “Horas de uso diarias totales”, teniendo el primero mayor importancia relativa.

Resultado esperado: Nivel alto o muy alto.

Frecuencia: Anual.

Periodo: 2 años.

Fórmula:

Percepción de mejora / Horas de uso diarias	Menos de 2 hora	Entre 2 y 3 hora	Entre 3 y 4 horas	Entre 4 y 5 horas	Más de 5 horas
1 (Muy bajo)	Muy bajo	Muy bajo	Bajo	Bajo	Medio
2	Muy bajo	Bajo	Medio	Medio	Medio
3	Bajo	Medio	Medio	Alto	Alto
4	Medio	Medio	Alto	Alto	Muy alto
5 (Muy alto)	Medio	Alto	Alto	Muy alto	Muy alto

Preguntas asociadas:

Para percepción de mejora:

- ¿Cree usted que las condiciones de estudio de los niños ha mejorado gracias al uso de artefactos eléctricos como televisores, computadores e impresoras entre otros, con fines educativos?, si es así, ¿En qué grado, siendo 1 el nivel más bajo y 5 el más alto de mejora? (Idem tabla indicador 1.2)

Para horas de uso diarias:

- Pregunta a familias: ¿Tiene usted artefactos eléctricos que se utilicen para el estudio y aprendizaje de los niños?, ¿Cuántas horas al día se utilizan con este objetivo dentro de los siguientes rangos?:
-

Artefactos/horas de uso	Menos de 1/2 hora	Entre 1/2 y 1 hora	Entre 1 y 2 horas	Entre 2 y 3 horas	Más de 3 horas

Indicador 7.2: Nivel de importancia de la mejora en las condiciones de estudio de los niños.

Objetivo: Evaluar la importancia que tiene para las familias la mejora en las condiciones de estudio de los niños que ha permitido el acceso a ciertos artefactos eléctricos.

Descripción: Se evaluará el grado de importancia para los usuarios de la mejora en las condiciones de estudio de los niños, en una escala cualitativa de 5 niveles.

Resultado esperado: Nivel alto o muy alto.

Frecuencia: Anual.

Periodo: 2 años.

Preguntas asociadas:

- En un rango del 1 al 5, siendo 1 el nivel más bajo de importancia y 5 el más alto, ¿Cuán importante ha sido para usted la mejora en las condiciones de estudio de sus hijos? (Idem tabla indicador 1.2)

Indicador 8.1: Nivel de impacto en las condiciones de higiene del hogar por el uso de aparatos eléctricos para las labores de cuidado del hogar.

Objetivo: Conocer el impacto del acceso a electricidad sobre las condiciones de higiene en el hogar, debido al uso de ciertos artefactos eléctricos que permiten tener mejores condiciones de higiene.

Descripción: Corresponde a un indicador mixto donde se evaluará, por una parte, la percepción de los usuarios sobre el impacto que puede generar el uso de ciertos aparatos eléctricos como lavadora, refrigerador, aspiradora, entre otros, sobre las condiciones de higiene del hogar (referido a la limpieza del hogar) y, por otra, las horas de uso de aquéllos en las viviendas. Se medirá el indicador mediante una matriz cualitativa que considera dos factores: “Percepción de mejora” y “Horas de uso diarias”, teniendo el primero mayor importancia relativa.

Resultado esperado: Nivel alto o muy alto.

Frecuencia: Anual.

Periodo: 2 años.

Fórmula:

Percepción de mejora / Horas de uso diarias	Menos de 5 horas	Entre 5 y 10 horas	Entre 10 y 20 horas	Entre 20 y 30 horas	Más de 30 horas
1 (Muy bajo)	Muy bajo	Muy bajo	Bajo	Bajo	Medio
2	Muy bajo	Bajo	Medio	Medio	Medio
3	Bajo	Medio	Medio	Alto	Alto
4	Medio	Medio	Alto	Alto	Muy alto
5 (Muy alto)	Medio	Alto	Alto	Muy alto	Muy alto

Preguntas asociadas:

Para percepción de mejora:

- ¿Cree usted que ha existido una mejora en las condiciones de higiene de su hogar gracias a la electricidad?, Si es así, ¿En qué grado, siendo 1 el nivel más bajo y 5 el más alto de mejora?

Para horas de uso diarias:

- ¿Cuántas horas al día utiliza los siguientes artefactos eléctricos?:

Artefactos/horas de uso	Menos de 1 hora	Entre 1 y 2 horas	Entre 2 y 3 horas	Entre 3 y 4 horas	24 horas al día
Lavadora					
Refrigerador					
Aspiradora					
Otros					

Indicador 8.2: Nivel de importancia de la mejora en las condiciones de higiene en los hogares.

Objetivo: Evaluar la importancia que tiene para las familias la mejora en las condiciones de higiene gracias al uso de ciertos artefactos eléctricos.

Descripción: Se evaluará el grado de importancia para los usuarios de la mejora en las condiciones de higiene en los hogares, en una escala cualitativa de 5 niveles.

Resultado esperado: Nivel alto o muy alto.

Frecuencia: Anual.

Periodo: 2 años.

Preguntas asociadas:

- En un rango del 1 al 5, siendo 1 el nivel más bajo de importancia y 5 el más alto, ¿Cuán importante ha sido para usted la mejora en las condiciones de higiene en su hogar? (Idem tabla indicador 1.2)

Indicador 9.1. Nivel de impacto en la calidad del servicio de salud local gracias al uso de aparatos eléctricos.

Objetivo: Conocer el impacto del proyecto sobre la calidad del servicio médico local, a nivel de infraestructura, por el acceso y uso de artefactos eléctricos.

Descripción: Corresponde a un indicador mixto donde se evaluará, por una parte, la percepción de los usuarios sobre el impacto que ha generado el uso de ciertos artefactos eléctricos (como refrigeradores, congeladores y otros de uso médico) en la calidad del servicio médico local y, por otra, las horas de uso de los mismos. Se medirá el indicador mediante una matriz cualitativa que considera dos factores: “Percepción de mejora” y “Horas de uso diarias totales”, teniendo el primero mayor importancia relativa.

Resultado esperado: Nivel alto o muy alto.

Frecuencia: Anual.

Periodo: 2 años.

Fórmula:

Idem indicador 8.1

Preguntas asociadas:

Para percepción de mejora:

- ¿Cree usted que ha existido una mejora en la calidad del servicio médico local gracias al acceso y uso de aparatos eléctricos como refrigerador y otros de uso médico¹⁶?, Si es así, ¿En qué grado, siendo 1 el nivel más bajo y 5 el más alto de mejora?

Para horas de uso:

- Pregunta al encargado del servicio médico local: ¿Hay artefactos eléctricos que se utilicen en el servicio médico?, ¿Cuántas horas a la semana se utilizan con este objetivo dentro de los siguientes rangos?:

¹⁶ La pregunta debe generarse a partir de la información disponible en cada localidad y de los aparatos eléctricos disponibles en el servicio médico local.

Artefactos/horas de uso	Menos de 1 hora	Entre 1 y 2 horas	Entre 2 y 3 horas	Entre 3 y 4 horas	24 horas al día

Indicador 9.2: Nivel de importancia de la mejora en la calidad del servicio médico local.

Objetivo: Evaluar la importancia que tiene para las familias la mejora generada en la calidad del servicio médico local, gracias al acceso y uso de ciertos aparatos eléctricos.

Descripción: Se evaluará el grado de importancia para los usuarios de la mejora en la calidad del servicio médico local, en una escala cualitativa de 5 niveles.

Resultado esperado: Nivel alto o muy alto.

Frecuencia: Anual.

Periodo: 2 años.

Preguntas asociadas:

- En un rango del 1 al 5, siendo 1 el nivel más bajo de importancia y 5 el más alto, ¿Cuán importante ha sido para usted la mejora de la calidad del servicio médico local? (Idem tabla indicador 1.2)

Indicador 10.1: Volumen de agua potable suministrado.

Objetivo: Evaluar el impacto del proyecto sobre el suministro de agua potable de la localidad, al utilizarse la electricidad para el bombeo de agua.

Descripción: Se evaluará el impacto sobre el suministro de agua potable midiendo el volumen que permite extraer el sistema de bombeo con apoyo de la electricidad. En el caso que existan fuentes complementarias de abastecimiento de agua, se considerará el aporte del sistema de bombeo para alcanzar el volumen de agua requerido por la comunidad.

Resultado esperado: Que el sistema permita suministrar el volumen diario de agua requerido por la comunidad (bajo un estándar de 3 litros diarios por persona) o aportar a alcanzar dicho volumen.

Frecuencia: Anual.

Periodo: 2 años.

Preguntas asociadas:

Esta información puede recopilarse con el (los) encargados de la planta o bomba de agua potable existente en la localidad.

Indicador 10.2: Nivel de importancia de la mejora en el suministro de agua potable.

Objetivo: Evaluar la importancia que tiene para las familias la mejora generada en el suministro de agua potable de la localidad gracias al acceso a electricidad.

Descripción: Se evaluará el grado de importancia para los usuarios de la mejora en el suministro de agua potable local, en una escala cualitativa de 5 niveles.

Resultado esperado: Nivel alto o muy alto

Frecuencia: Anual.

Periodo: 2 años.

Preguntas asociadas:

- En un rango del 1 al 5, siendo 1 el nivel más bajo de importancia y 5 el más alto, ¿Cuán importante ha sido para usted la mejora en el suministro de agua potable local? (Idem tabla indicador 1.2)

Indicador 11.1: Nivel de acceso a información por el uso de artefactos eléctricos.

Objetivo: Saber si el proyecto ha mejorado el acceso a información para la población por el uso de artefactos eléctricos.

Descripción: Corresponde a un indicador mixto donde se evaluará, por una parte, la percepción de los usuarios sobre el impacto del uso de artefactos eléctricos como televisores, computadores, radio eléctrica, entre otros, en el acceso a información y, por otra, las horas de uso de los mismos en los hogares. Se medirá el indicador mediante una matriz cualitativa que considera dos factores: “Percepción de mayor acceso” y “Horas de uso diarias totales”, teniendo el primero mayor importancia relativa.

Resultado esperado: Nivel alto o muy alto.

Frecuencia: Anual.

Periodo: 2 años.

Fórmula:

Percepción de mayor acceso / Horas de uso diarias	Menos de 1/2 hora	Entre 1/2 y 1 hora	Entre 1 y 2 horas	Entre 2 y 3 horas	Más de 3 horas
1 (Muy bajo)	Muy bajo	Muy bajo	Bajo	Bajo	Medio
2	Muy bajo	Bajo	Medio	Medio	Medio
3	Bajo	Medio	Medio	Alto	Alto
4	Medio	Medio	Alto	Alto	Muy alto
5 (Muy alto)	Medio	Alto	Alto	Muy alto	Muy alto

Preguntas asociadas:

Para percepción de mayor acceso:

- ¿Siente usted que tiene un mayor acceso a información gracias al uso de artefactos eléctricos como televisores, computadores y radios?, si es así, ¿En qué grado siendo 1 el nivel más bajo y 5 el más alto de acceso a información?

Para horas de uso diarias:

- Pregunta a familias: ¿Cuántas horas al día utiliza los siguientes artefactos eléctricos? Televisor, Radio, Computador, Celular, Teléfono fijo, otros
- De los artefactos eléctricos mencionados, ¿Con qué fin los utiliza dentro del tiempo de uso diario?

Indicador 11.2: Nivel de importancia del mayor acceso a información

Objetivo: Evaluar la importancia que tiene para las familias el mayor acceso a información generado por el uso de artefactos eléctricos.

Descripción: Se evaluará el grado de importancia para los usuarios del mayor acceso a información generado, en una escala cualitativa de 5 niveles.

Resultado esperado: Nivel alto o muy alto

Frecuencia: Anual

Periodo: 2 años

Preguntas asociadas:

- En un rango del 1 al 5, siendo 1 el nivel más bajo de importancia y 5 el más alto, ¿Cuán importante ha sido para usted el mayor acceso a información generado? (Idem tabla indicador 1.2)

Indicador 12.1: Nivel de acceso a comunicaciones por el uso de artefactos eléctricos.

Objetivo: Saber si el proyecto ha mejorado el acceso a comunicaciones para la población por el uso de artefactos eléctricos.

Descripción: Corresponde a un indicador mixto donde se evaluará, por una parte, la percepción de los usuarios sobre el impacto del uso de artefactos eléctricos como teléfonos fijos, móviles, computadores, entre otros, en el acceso a comunicaciones y, por otra, las horas de uso de los mismos en los hogares. Se medirá el indicador mediante una matriz cualitativa que considera dos factores: “Percepción de mayor acceso” y “Horas de uso diarias totales”, teniendo el primero mayor importancia relativa.

Resultado esperado: Nivel alto o muy alto.

Frecuencia: Anual.

Periodo: 2 años.

Fórmula:

Percepción de mayor acceso / Horas de uso diarias	Menos de 1/2 hora	Entre 1/2 y 1 hora	Entre 1 y 2 horas	Entre 2 y 3 horas	Más de 3 horas
1 (Muy bajo)	Muy bajo	Muy bajo	Bajo	Bajo	Medio
2	Muy bajo	Bajo	Medio	Medio	Medio
3	Bajo	Medio	Medio	Alto	Alto
4	Medio	Medio	Alto	Alto	Muy alto
5 (Muy alto)	Medio	Alto	Alto	Muy alto	Muy alto

Preguntas asociadas:

Para percepción de mayor acceso:

- ¿Siente usted que gracias al proyecto y al uso de artefactos eléctricos como teléfonos fijos, móviles y computadores, entre otros puede estar más y mejor comunicado?, si es así, ¿En qué grado, siendo 1 el nivel más bajo y 5 el más alto de acceso a comunicaciones?

Para horas de uso diarias:

Se deben utilizar las preguntas del indicador 11.1.

Indicador 12.2: Nivel de importancia del mayor acceso a comunicaciones.

Objetivo: Evaluar la importancia que tiene para las familias la mejora en las comunicaciones generada por el uso de artefactos eléctricos.

Descripción: Se evaluará el grado de importancia para los usuarios de la mejora que ha existido en las comunicaciones, en una escala cualitativa de 5 niveles.

Resultado esperado: Nivel alto o muy alto.

Frecuencia: Anual.

Periodo: 2 años.

Preguntas asociadas:

- En un rango del 1 al 5, siendo 1 el nivel más bajo de importancia y 5 el más alto, ¿Cuán importante ha sido para usted la mejora en las comunicaciones? (Idem tabla indicador 1.2)

Indicador 13.1: Nivel de impacto en la sensación de seguridad vinculado a la iluminación pública y privada.

Objetivo: Indagar si la iluminación durante la noche, tanto en los hogares como en la vía pública, ha afectado la sensación de seguridad de la población en el lugar donde viven.

Descripción: Corresponde a un indicador mixto donde se evaluará, por una parte, la sensación de seguridad de la población comparándola con la sensación previa al proyecto (cuando no había iluminación en la noche) y, por otra, existencia de luces encendidas durante la noche dentro y fuera de los hogares. Se medirá el indicador mediante una matriz cualitativa que considera dos factores: “Sensación de seguridad” y “Cantidad de luces encendidas”, teniendo el primero mayor importancia relativa.

Resultado esperado: Nivel alto o muy alto.

Frecuencia: Anual.

Periodo: 2 años.

Fórmula:

Sensación de seguridad / luces encendidas	Luces encendidas dentro de las casas	Luces encendidas en la vía pública	Luces encendidas en las casas y en la vía pública
1 (Sólo un poco más seguro)	Muy bajo	Muy bajo	Bajo
2	Bajo	Bajo	Medio
3	Bajo	Bajo	Medio
4	Medio	Medio	Alto
5 (Mucho más seguro)	Alto	Alto	Muy alto

Preguntas asociadas:

Para sensación de seguridad:

- ¿Se siente usted más seguro durante la noche luego de la implementación del proyecto?, si es así, ¿En qué grado, siendo 1 el nivel más bajo y 5 el más alto de aumento en la sensación de seguridad?

Para cantidad de luces encendidas:

- ¿Deja usted luces encendidas durante la noche?

Sobre las luces en la vía pública, se puede indagar por simple observación. En cuanto a las luces encendidas en la casas durante la noche

Indicador 13.2: Nivel de importancia de la mayor sensación de seguridad

Objetivo: Evaluar la importancia que tiene para las familias la mayor sensación de seguridad durante la noche por la iluminación.

Descripción: Se evaluará el grado de importancia para los usuarios de la mayor sensación de seguridad existente, en una escala cualitativa de 5 niveles.

Resultado esperado: Nivel alto o muy alto.

Frecuencia: Anual.

Periodo: 2 años.

Preguntas asociadas:

- En un rango del 1 al 5, siendo 1 el nivel más bajo de importancia y 5 el más alto, ¿Cuán importante ha sido para usted la mayor sensación de seguridad durante la noche? (Idem tabla indicador 1.2)

Indicador 14.1: Variación del tiempo disponible para realizar otras actividades.

Objetivo: Identificar el efecto del proyecto sobre la jornada diaria de la población, particularmente sobre el tiempo disponible para hacer otras actividades distintas a las laborales habituales.

Descripción: Se evaluará la variación en la cantidad de horas diarias disponibles para las familias, para realizar otras actividades (excluyendo las horas de sueño), gracias al acceso a electricidad, las que puede ser recreativas como con fines económicos.

Resultado esperado: Aumentar o mantener la cantidad de horas.

Frecuencia: Anual.

Periodo: 2 años.

Fórmula:

$$[\text{Horas extra de tiempo disponible} / (\text{Horas disponibles actuales} - \text{Horas extra de tiempo disponible})] * 100$$

Preguntas asociadas:

- ¿Cuántas horas (promedio) tiene usted al día para realizar otras actividades distintas a las laborales habituales?:

Entre 0 y 2 horas	Entre 2 y 4 hora	Entre 4 y 6 horas	Entre 6 y 8 horas	Más de 8 horas

- Si cree que ha variado la cantidad de horas que tiene disponibles durante el día para realizar otras actividades, ¿Cuántas horas (promedio) más ha aumentado, dentro de los siguientes rangos?:

Entre 0 y 1/2 hora	Entre 1/2 y 1 hora	Entre 1 y 2 horas	Entre 2 y 3 horas	Más de 3 horas

Indicador 14.2: Nivel de importancia de la variación del tiempo disponible para realizar otras actividades.

Objetivo: Evaluar la importancia que tiene para las familias la variación del tiempo que tienen disponible durante el día para realizar otras actividades, tras la implementación del proyecto y el acceso a electricidad.

Descripción: Se evaluará el grado de importancia para los usuarios de la variación del tiempo disponible para realizar otras actividades, en una escala cualitativa de 5 niveles.

Resultado esperado: Nivel medio, alto o muy alto.

Frecuencia: Anual.

Periodo: 2 años.

Preguntas asociadas:

- En un rango del 1 al 5, siendo 1 el nivel más bajo de importancia y 5 el más alto, ¿Cuán importante ha sido para usted y su familia la variación del tiempo que tiene disponible para realizar otras actividades? (Idem tabla indicador 1.2)

Indicador 15.1: Nivel de acceso a opciones de entretenimiento por el uso de artefactos eléctricos.

Objetivo: Saber si el proyecto ha mejorado el acceso y opciones de entretenimiento para los habitantes de la localidad.

Descripción: Corresponde a un indicador mixto donde se evaluará, por una parte, la percepción de los usuarios sobre el impacto que ha tenido la electricidad sobre el acceso y opciones de entretenimiento que tienen y, por otra, las horas de uso de artefactos eléctricos como televisores, computadores, consolas de videojuegos, radio eléctrica, entre otros para fines de entretenimiento. Se medirá el indicador mediante una matriz cualitativa que considera dos factores: “Percepción de mayor acceso” y “Horas de uso diarias”, teniendo el primero mayor importancia relativa.

Resultado esperado: Nivel alto o muy alto.

Frecuencia: Anual.

Periodo: 2 años.

Fórmula:

Percepción de mayor acceso / Horas de uso diarias	Menos de 1/2 hora	Entre 1/2 y 1 hora	Entre 1 y 2 horas	Entre 2 y 3 horas	Más de 3 horas
1 (Muy bajo)	Muy bajo	Muy bajo	Bajo	Bajo	Medio
2	Muy bajo	Bajo	Medio	Medio	Medio
3	Bajo	Medio	Medio	Alto	Alto
4	Medio	Medio	Alto	Alto	Muy alto
5 (Muy alto)	Medio	Alto	Alto	Muy alto	Muy alto

Preguntas asociadas:

Para percepción de mayor acceso:

- ¿Siente usted que tiene acceso a más y mejores opciones de entretenimiento gracias al proyecto?, si es así, ¿En qué grado, siendo 1 el nivel más bajo y 5 el más alto de acceso a opciones de entretenimiento?

Para horas de uso diarias:

Se deben utilizar las preguntas del indicador 10.1.

Indicador 15.2: Nivel de importancia del mayor acceso y opciones de entretenimiento.

Objetivo: Evaluar la importancia que tiene para las familias el mayor acceso y opciones de entretenimiento generado por el acceso a electricidad.

Descripción: Se evaluará el grado de importancia para los usuarios del mayor acceso y opciones de entretenimiento generado, en una escala cualitativa de 5 niveles.

Resultado esperado: Nivel alto o muy alto.

Frecuencia: Anual.

Periodo: 2 años.

Preguntas asociadas:

- En un rango del 1 al 5, siendo 1 el nivel más bajo de importancia y 5 el más alto, ¿Cuán importante ha sido para usted el mayor acceso y opciones de entretenimiento? (Idem tabla indicador 1.2).

Indicador 16.1: Reducción de emisiones de CO₂ producto del proyecto.

Objetivo: Identificar el impacto del proyecto en cuanto a reducciones de emisiones de CO₂ se refiere.

Descripción: Este indicador mide las emisiones de CO₂ reducidas por la reducción del consumo en caso que fuera la fuente de electricidad previa al proyecto de microrredes y/o las emisiones no liberadas al ambiente en caso de que el proyecto de microrredes se instalara en vez de generadores diesel.

Resultado esperado: Reducir las emisiones de CO₂ producto del proyecto.

Frecuencia: Anual.

Periodo: 2 años.

Fórmula:

$$\text{Emisiones} = \text{FE [kg/kg diesel]} * \text{Vol diesel [lt/año]} * \text{D [kg/lt]} / 1000$$

FE: factor de emisión de CO₂ para generadores eléctricos con combustible diesel

Vol diesel: volumen de diesel anual que se dejó de utilizar producto del proyecto

D: densidad del diesel, igual a 0,84 kg/lt

Preguntas asociadas:

Información a recopilar con el/los encargado (s) de la operación del sistema eléctrico.

Indicador 16.2: Nivel de importancia de la reducción de emisiones de CO₂.

Objetivo: Identificar la percepción de las personas sobre la importancia que tiene para ellos la reducción de emisiones generada por el proyecto.

Descripción: Se evaluará el grado de importancia que tiene la reducción de emisiones de CO₂, en una escala cualitativa de 5 niveles.

Resultado esperado: Nivel alto o muy alto.

Frecuencia: Anual.

Periodo: 2 años.

Preguntas asociadas:

- En un rango del 1 al 5, siendo 1 el nivel más bajo de importancia y 5 el más alto, ¿Cuán importante ha sido para usted y su familia la reducción contaminación (emisiones de CO₂) que ha generado el proyecto? (Idem tabla indicador 1.2).

Indicador 17.1: Aves muertas producto de aerogeneradores.

Objetivo: Saber el impacto que puede tener el proyecto sobre la avifauna del lugar, producto de choques con los aerogeneradores.

Descripción: Mide la cantidad de animales muertos por año, producto de aerogeneradores. Aplica sólo en aquellos proyectos en que existan estas instalaciones.

Resultado esperado: Que no existan muertes de avifauna en peligro de extinción o vulnerable.

Frecuencia: Anual.

Periodo: 4 años.

Fórmula:

Aves muertas/año

Preguntas asociadas:

- ¿Ha visto o encontrado algún ave muerta cerca de los aerogeneradores?

Esta información puede recabarse con el(los) encargados del proyecto y algunas personas de la localidad.

Indicador 17.2: Nivel de importancia del daño a la fauna.

Objetivo: Identificar la percepción de las personas sobre la importancia que tiene para ellos el hecho de que la fauna del lugar pueda verse dañada.

Descripción: Se evaluará el grado de importancia del daño a la fauna, en una escala cualitativa de 5 niveles.

Resultado esperado: Nivel alto o muy alto.

Frecuencia: Anual.

Periodo: 4 años.

Preguntas:

- En un rango del 1 al 5, siendo 1 el nivel más bajo y 5 el más alto, ¿Cuán importante ha sido para usted y su familia el daño que ha habido sobre la fauna del lugar? (Idem tabla indicador 1.2)

Indicador 18.1: Ruido emitido por los aerogeneradores

Objetivo: Saber si el proyecto emite ruidos que puedan generar daño y/o molestia a las personas.

Descripción: Se medirá, por una parte, la emisión sonora de los aerogeneradores desde la vivienda o recinto más cercana(o) a éstos y, por otra, el grado de molestia del ruido emitido para las personas en una escala cualitativa de 5 niveles. Si se superan los niveles admisibles de ruido, se debe analizar caso a caso el impacto dependiendo de la magnitud.

Resultado esperado: Nivel bajo o muy bajo

Frecuencia: Anual

Periodo: 1 año

Fórmula:

dB en el rango audible e infrasonido / nivel de molestia	Muy bajo	Bajo	Medio	Alto	Muy alto
<50 dB; <90 dB	Muy bajo	Bajo	Medio	Medio	Alto
>50 dB; <90 dB	Bajo	Medio	Medio	Alto	Muy alto
<50 dB; >90 dB	Bajo	Medio	Medio	Alto	Muy alto
>50 dB; >90 dB	Medio	Medio	Alto	Muy alto	Muy alto

Preguntas asociadas:

- ¿Percibe alguna molestia por el sonido de los aerogeneradores?, si es así ¿Qué nivel de molestia siendo 1 el nivel más bajo y 5 el más alto? (Idem tabla indicador 1.2).

Indicador 18.2: Nivel de importancia del ruido emitido.

Objetivo: Identificar la percepción de las personas sobre la importancia que tiene para ellos el ruido de los aerogeneradores.

Descripción: Se evaluará el grado de importancia del impacto generado, en una escala cualitativa de 5 niveles.

Resultado esperado: Nivel alto o muy alto.

Frecuencia: Anual.

Periodo: 1 año.

Preguntas:

- En un rango del 1 al 5, siendo 1 el nivel más bajo y 5 el más alto, ¿Cuán importante ha sido para usted y su familia el impacto generado por el sonido de los aerogeneradores? (Idem tabla indicador 1.2).

Indicador 19.1: Grado de impacto (positivo o negativo) que generan las instalaciones del proyecto sobre el paisaje.

Objetivo: Conocer si el proyecto genera algún impacto sobre el paisaje, desde la perspectiva de los habitantes del lugar.

Descripción: Mide la existencia de un impacto positivo, negativo o neutral de las instalaciones del proyecto sobre el paisaje, en una escala cualitativa de 5 niveles.

Resultado esperado: Positivo o muy positivo.

Frecuencia: Anual.

Periodo: 1 año.

Preguntas asociadas:

- ¿Qué tipo de impacto sobre el paisaje cree que el proyecto genera?:

Muy negativo	Negativo	Neutral (sin impacto)	Positivo	Muy positivo

Indicador 19.2: Nivel de importancia del impacto sobre el paisaje.

Objetivo: Identificar la percepción de las personas sobre la importancia que tiene para ellos el impacto que puede generarse sobre el paisaje.

Descripción: Se evaluará el grado de importancia del impacto sobre el paisaje, en una escala cualitativa de 5 niveles.

Resultado esperado: Nivel alto o muy alto.

Frecuencia: Anual.

Periodo: 1 año.

Preguntas asociadas:

- En un rango del 1 al 5, siendo 1 el nivel más bajo y 5 el más alto, ¿Cuán importante ha sido para usted y su familia el daño que ha habido sobre el paisaje? (Idem tabla indicador 1.2).

Indicador 20.1: Porcentaje de asistencia a reuniones.

Objetivo: Conocer el grado de participación de la comunidad en torno al proyecto.

Descripción: Se medirá la asistencia a las reuniones de información, de toma de decisiones y cualquier otra ligada al desarrollo del proyecto, en porcentaje según el número total de habitantes (se incluirán sólo a los adultos).

Resultado esperado: A definir por los desarrolladores de proyectos.

Frecuencia: Anual.

Periodo: 1 año.

Fórmula:

$$[\text{Promedio de asistentes a la reunión}/\text{N}^{\circ} \text{ total de habitantes}] * 100$$

Preguntas asociadas:

Si no existieran registros de asistencia a las reuniones, se deberá preguntar directamente a la población por su participación en las mismas, de la siguiente forma:

- ¿Ha participado en las reuniones realizadas sobre el proyecto?, si es así ¿En cuántas? (deben generarse rangos numéricos en función de cada proyecto y los procesos de participación que han tenido)

Indicador 21.1: Porcentaje de participación en la toma de decisiones sobre el proyecto.

Objetivo: Conocer la participación de la comunidad en la toma de decisiones sobre el proyecto.

Descripción: Se evaluará el grado de participación de la comunidad en la toma de decisiones del proyecto, mediante la asistencia a reuniones en que éstas se realizaran.

Resultado esperado: A definir por los desarrolladores de proyectos.

Frecuencia: Anual

Periodo: 1 año

Fórmula:

$$[\text{N}^\circ \text{ total de asistentes a la reunión} / \text{N}^\circ \text{ total de habitantes}] * 100$$

Preguntas asociadas:

Si no existieran registros de asistencia y actas de las reuniones, se deberá preguntar directamente a la población por su participación en la toma de decisiones de la siguiente forma:

- ¿Ha participado en las decisiones que se han tomado sobre el proyecto?, si es así ¿En cuántas?

Muy pocas	Pocas	Algunas	La mayoría	Todas

Indicador 22.1: N° de personas que trabajaron durante la instalación del proyecto y aquellos que trabajan en la operación.

Objetivo: Conocer el aporte de la comunidad al proyecto como recurso humano para la instalación y operación del mismo.

Descripción: Consiste en el número de personas que trabajaron directamente para instalar el proyecto y que trabajan actualmente en su operación (con remuneración o sin ella), en relación al total de la comunidad.

Resultado esperado: A definir por los desarrolladores de proyectos.

Frecuencia: Anual.

Periodo: 1 año.

Fórmula:

$$[\text{N}^\circ \text{ de personas que trabajaron para el proyecto} / \text{N}^\circ \text{ total de habitantes}] * 100$$
Preguntas asociadas:

- ¿Usted participó de manera directa en los trabajos realizados durante la etapa de construcción del proyecto?
- ¿Participa usted en la operación del sistema?

Indicador 23.1: Aporte en dinero de las familias al proyecto.

Objetivo: Conocer el aporte económico de la comunidad al proyecto.

Descripción: Este indicador considera el porcentaje de dinero aportado por la comunidad dentro del costo total del proyecto. Para facilitar el análisis, el aporte financiero se dividirá en el realizado durante la inversión inicial y el aporte mensual para la operación del sistema.

Resultado esperado: A definir por los desarrolladores de proyectos.

Frecuencia: Anual.

Periodo: 1 año.

Fórmula:

- a) $[\text{Monto aportado por la comunidad para la inversión inicial del proyecto} / \text{Monto total de la inversión inicial}] * 100$
- b) $[\text{Monto aportado mensualmente por la comunidad} / \text{Costo mensual de mantención y operación del sistema}] * 100$

Preguntas asociadas:

La información asociada a la inversión inicial del proyecto puede recopilarse con los organismos externos ligados al proyecto u organización interna de la comunidad, según el caso, al igual que el costo mensual de operación del sistema.

En cuanto al aporte mensual, éste puede consultarse a la organización o personas a cargo (interna o externa).

Indicador 24.1: Participación de la comunidad en la operación del proyecto.

Objetivo: Conocer el grado de participación de la comunidad con respecto a la operación y mantenimiento del proyecto.

Descripción: Este indicador considera preguntas dicotómicas con respuestas posibles Si/No.

Resultado esperado: Todas las respuestas Si.

Frecuencia: Anual.

Periodo: 1 año.

Preguntas asociadas:

- ¿El sistema es operado por la comunidad únicamente (sin miembros externos)?
- ¿La mantención del sistema es realizada por la comunidad y sólo depende de organismos externos para problemas técnicos mayores?
- ¿Esta gestión es realizada por una organización social?

Indicador 25.1: Conocimiento del funcionamiento del sistema a nivel general.

Objetivo: Saber el grado de conocimiento que tiene la comunidad sobre las características del sistema.

Descripción: Este indicador considera preguntas sobre el sistema eléctrico y se evaluará de forma dicotómica Si/No (Sabe o no sabe al respecto) en base al uso de términos o palabras claves (subrayadas) en la respuesta entregada.

Resultado esperado: Todas las respuestas Si.

Frecuencia: Anual.

Periodo: 1 año.

Preguntas asociadas:

- ¿Entiende usted que es la “energía fotovoltaica”, “energía eólica”, “energía de biomasa”, etc?

Respuesta esperada: que expliquen de donde provienen y como se genera la energía. Ej: “la energía fotovoltaica es la que proviene del sol, pasa por paneles solares (o placas) y se convierte en electricidad”

- ¿Podría explicar, de forma general, cómo funciona el sistema eléctrico asociado al proyecto?

Respuesta esperada: que indiquen las fuentes de generación eléctrica, cuál aporta más y cómo varía la disponibilidad de energía durante el día. Ej: “Se utiliza energía solar, energía eólica, etc.

- ¿Sabe usted que precauciones debe tener con respecto al uso de los aparatos eléctricos en su casa?

Respuesta esperada: Que indiquen los aparatos eléctricos que deben evitar usar y en qué momento del día pueden usarlos. Ej: “ se debe evitar usar planchas, microondas, lavadoras, etc., entre las 2 y las 9 de la mañana”.

En todos los casos, las palabras claves dependen del tipo de proyecto y fuentes de energía utilizadas.

Indicador 26.1: Nivel de satisfacción con respecto al funcionamiento del sistema

Objetivo: Evaluar el nivel de satisfacción de los usuarios, de forma general, con respecto al funcionamiento del proyecto.

Descripción: Se evaluará el nivel de satisfacción de la población mediante una escala cualitativa de 5 niveles.

Resultado esperado: Nivel satisfecho o muy satisfecho

Frecuencia: Anual.

Periodo: 1 año.

Preguntas asociadas:

- A nivel general, ¿Está usted satisfecho o no con respecto al funcionamiento del sistema eléctrico y en qué nivel siendo 1 “muy insatisfecho” y 5 “muy satisfecho”?

Muy insatisfecho	Insatisfecho	Medianamente	Satisfecho	Muy satisfecho

Indicador 27.1: Percepción de la distribución de los impactos dentro de la comunidad.

Objetivo: Conocer la percepción general de la comunidad sobre la distribución de los impactos positivos y negativos dentro de la comunidad.

Descripción: Se evaluará la percepción de la comunidad sobre la distribución de los impactos mediante dos factores, la cantidad de beneficiados y la homogeneidad de dichos beneficios. De igual forma, se evaluará la distribución de impactos negativos en caso que existan.

Resultado esperado: Buena o muy buena.

Frecuencia: Anual.

Periodo: 2 años.

Fórmula:

Población beneficiada/homogeneidad	1 (Muy diferente)	2	3	4	5 (Muy similar)
1 (Para muy pocas personas)	Muy mala	Muy mala	Mala	Mala	Mala
2 (Para pocas personas)	Muy mala	Mala	Mala	Regular	Regular
3 (Para varias personas)	Mala	Mala	Regular	Buena	Buena
4 (Para muchas personas)	Mala	Regular	Buena	Buena	Muy buena
5 (Para todos)	Mala	Regular	Buena	Muy buena	Muy buena

Preguntas asociadas:

Para población beneficiada:

- ¿Para cuantas personas cree usted que recaen los impactos positivos del proyecto en una escala del 1 al 5, siendo 1 “para muy pocas” y 5 “para todos”?

1 (Para muy pocas personas)	2 (Para pocas personas)	3 (Para varias personas)	4 (Para muchas personas)	5 (Para todos)

Para homogeneidad:

- ¿Cree que dicho impacto ha sido muy diferente entre los miembros de la comunidad?, si es así, ¿En qué nivel, siendo 1 “muy diferente” y 5 “muy similar”?

1 (Muy diferente)	2	3	4	5 (Muy similar)

Indicador 28.1: Grado de confianza en las acciones que realizan organismos externos para la operación y mantenimiento del sistema.

Objetivo: Conocer la percepción general de la comunidad sobre los organismos externos del proyecto, referido a la confianza que tienen en ellos para la realización del mismo.

Descripción: Se evaluará la percepción de la comunidad mediante una escala cualitativa de 5 niveles.

Resultado esperado: Nivel alto o muy alto.

Frecuencia: Anual.

Periodo: 1 año.

Preguntas asociadas:

- En un rango del 1 al 5, siendo 1 el nivel más bajo de confianza y 5 el más alto, ¿Qué nivel de confianza tiene usted con respecto a las personas externas a la comunidad que participan el proyecto? (Idem tabla indicador 1.2)

Apéndice 5. Cuestionario final propuesto

Cuestionario base para utilizar en la medición de los indicadores

1.- Preguntas generales sobre el proyecto

- A nivel general, ¿Está usted satisfecho o no con respecto al funcionamiento del sistema eléctrico?, si es así, ¿En qué nivel, siendo 1 “muy insatisfecho” y 5 “muy satisfecho”?

1 (Muy bajo)	2 (Bajo)	3 (Medio)	4 (Alto)	5 (Muy alto)

- ¿Para cuantas personas cree usted que recaen los impactos positivos del proyecto en una escala del 1 al 5, siendo 1 “para muy pocas” y 5 “para todos”?

1 (Para muy pocas personas)	2 (Para pocas personas)	3 (Para varias personas)	4 (Para muchas personas)	5 (Para todos)

- ¿Cree que dicho impacto ha sido muy diferente entre los miembros de la comunidad?, si es así, ¿En qué nivel, siendo 1 “muy diferente” y 5 “muy similar”?

1 (Muy diferente)	2	3	4	5 (Muy similar)

- En un rango del 1 al 5, siendo 1 el nivel más bajo de importancia y 5 el más alto, ¿Qué nivel de confianza tiene usted con respecto a las personas externas a la comunidad que participan el proyecto?

1 (Muy bajo)	2 (Bajo)	3 (Medio)	4 (Alto)	5 (Muy alto)

- ¿Entiende usted que es la “energía fotovoltaica”, “energía eólica”, “energía de biomasa”, etc?

Respuesta esperada: que expliquen de donde provienen y como se genera la energía. Ej: “la energía fotovoltaica es la que proviene del sol, pasa por paneles solares (o placas) y se convierte en electricidad”

- ¿Podría explicar, de forma general, cómo funciona el sistema eléctrico asociado al proyecto?

Respuesta esperada: que indiquen las fuentes de generación eléctrica, cuál aporta más y cómo varía la disponibilidad de energía durante el día. Ej: “Se utiliza energía solar, energía eólica, etc.

- ¿Sabe usted que precauciones debe tener con respecto al uso de los aparatos eléctricos en su casa?

Respuesta esperada: Que indiquen los aparatos eléctricos que deben evitar usar y en qué momento del día pueden usarlos. Ej: “ se debe evitar usar planchas, microondas, lavadoras, etc., entre las 2 y las 9 de la mañana”.

- ¿Ha participado en las reuniones realizadas sobre el proyecto?, si es así ¿En cuántas? (deben generarse rangos numéricos en función de cada proyecto y los procesos de participación que han tenido)
- ¿Ha participado en las decisiones que se han tomado sobre el proyecto?, si es así ¿En cuántas?

Muy pocas	Pocas	Algunas	La mayoría	Todas

- ¿Usted participó de manera directa en los trabajos realizados durante la etapa de construcción del proyecto?, ¿Participa usted en la operación del sistema?

		Construcción	Operación
Si			
No			

2.- Preguntas asociadas a impactos socioeconómicos

Ámbito económico

- ¿Usted a qué actividad(es) se dedica?, de ésta(s), ¿Alguna fue iniciada tras la implementación del proyecto?, ¿Requiere electricidad para su funcionamiento?
- En cuanto a la actividad que realizaba antes de la implementación del proyecto y que sigue realizando actualmente, ¿Ha incluido el uso de algún artefacto eléctrico para su funcionamiento?
- ¿Cuál es la duración de su jornada diaria de trabajo actualmente?

- ¿Cree que se ha reducido su jornada de trabajo?, si es así, ¿En cuántas horas?:

Entre 0 y 1/2 hora	Entre 1/2 y 1 hora	Entre 1 y 2 horas	Entre 2 y 3 horas	Más de 3 horas

- ¿Usted fue empleado (de forma remunerada) durante la instalación del proyecto y/o para su operación?
- ¿Cuál es su ingreso familiar mensual actual? y ¿Cuál era su ingreso familiar mensual previo al proyecto?

Ingreso	Menos de \$150000	Entre \$150000 y \$200000	Entre \$200000 y \$250000	Entre \$250000 y \$300000	Entre \$300000 y \$350000	Más de \$350000
Actual						
Previo						

- ¿Qué cantidad de artículos compra mensualmente para iluminación y calefacción como velas, pilas y baterías, gas u otro combustible? Y ¿Qué cantidad de artículos compraba mensualmente, previo a la implementación del proyecto?:

-

Cantidad por artículo	Velas (Unidad)	Pilas (Unidad)	Gas (Lt)	Otro
Actual				
Previo				

Nivel de importancia de los impactos económicos:

En un rango del 1 al 5, siendo 1 el nivel más bajo de importancia y 5 el más alto:

- ¿Cuán importante ha sido para usted y su familia el desarrollo de la actividad económica generada gracias al acceso a electricidad? ____
- ¿Cuán importante ha sido para usted y su familia la variación que ha habido en su jornada diaria de trabajo? ____
- En un rango del 1 al 5, siendo 1 el nivel más bajo de importancia y 5 el más alto, ¿Cuán importante ha sido para usted y su familia el empleo que tuvo o tiene gracias al proyecto? ____
- En un rango del 1 al 5, siendo 1 el nivel más bajo de importancia y 5 el más alto, ¿Cuán importante ha sido para usted y su familia la variación de ingresos económicos generada? ____

- En un rango del 1 al 5, siendo 1 el nivel más bajo de importancia y 5 el más alto, ¿Cuán importante ha sido para usted y su familia el ahorro de dinero generado gracias al proyecto? _____

Ámbito educación

- ¿Cuántas horas (promedio) estudia su hijo al día?:

Entre 0 y 1/2 hora	Entre 1/2 y 1 hora	Entre 1 y 2 horas	Más de 2 horas

- Si cree que ha variado la cantidad de horas que estudian sus hijos, ¿Cuántas horas (promedio) dentro de los siguientes rangos?:

>2 horas menos	1-2 horas menos	1/2-1 hora menos	0-1/2 hora menos	No ha variado	0-1/2 hora más	1/2-1 hora más	1-2 horas más	>2 horas más

- ¿Tiene usted artefactos eléctricos que se utilicen para el estudio y aprendizaje de los niños?, ¿Cuántas horas al día se utilizan con este objetivo dentro de los siguientes rangos?:

Artefactos/horas de uso	Menos de 1/2 hora	Entre 1/2 y 1 hora	Entre 1 y 2 horas	Entre 2 y 3 horas	Más de 3 horas

- ¿Cree usted que las condiciones de estudio de los niños ha mejorado gracias al uso de artefactos eléctricos como televisores, computadores e impresoras entre otros, con fines educativos?, si es así, ¿En qué grado, siendo 1 el nivel más bajo y 5 el más alto de mejora? _____

Nivel de importancia de los impactos en educación:

En un rango del 1 al 5, siendo 1 el nivel más bajo de importancia y 5 el más alto:

- ¿Cuán importante ha sido para usted el aumento del tiempo de estudio de sus hijos? _____
- ¿Cuán importante ha sido para usted la mejora en las condiciones de estudio de sus hijos? _____

Ámbito salud

- ¿Cuántas horas al día utiliza los siguientes artefactos eléctricos?:

Artefactos/horas de uso	Menos de 1 hora	Entre 1 y 2 hora	Entre 2 y 3 horas	Entre 3 y 4 horas	Más de 4 horas
Lavadora					
Refrigerador					
Aspiradora					
Otros					

- ¿Cree usted que ha existido una mejora en las condiciones de higiene de su hogar gracias a la electricidad?, Si es así, ¿En qué grado, siendo 1 el nivel más bajo y 5 el más alto de mejora? ____
- ¿Cree usted que ha existido una mejora en la calidad del servicio médico local de la localidad gracias al acceso y uso de aparatos eléctricos como refrigerador y otros de uso médico¹⁷?, Si es así, ¿En qué grado, siendo 1 el nivel más bajo y 5 el más alto de mejora? ____
- Pregunta al encargado del servicio médico local: ¿Hay artefactos eléctricos que se utilicen en el servicio médico?, ¿Cuántas horas a la semana se utilizan con este objetivo dentro de los siguientes rangos?:

Artefactos/horas de uso	Menos de 5 horas	Entre 5 y 15 horas	Entre 15 y 30 horas	Más de 30 horas	24 horas al día

Nivel de importancia de los impactos en salud:

En un rango del 1 al 5, siendo 1 el nivel más bajo de importancia y 5 el más alto:

- ¿Cuán importante ha sido para usted la mejora en las condiciones de higiene en su hogar? ____
- ¿Cuán importante ha sido para usted la mejora de la calidad del servicio médico local? ____
- ¿Cuán importante ha sido para usted la mejora en el suministro de agua potable local?

¹⁷ La pregunta debe generarse a partir de la información disponible en cada localidad y de los aparatos eléctricos disponibles en el servicio médico local.

Ámbito información, comunicaciones y entretenición

- ¿Cuántas horas al día utiliza los siguientes artefactos eléctricos?

Artefactos/horas de uso	Menos de 1/2 hora	Entre 1/2 y 1 hora	Entre 1 y 2 horas	Entre 2 y 3 horas	Más de 3 horas
Televisor					
Radio					
Computador					
Celular					
Teléfono fijo					

- De los siguientes artefactos eléctricos, ¿Con qué fin los utiliza dentro del tiempo de uso diario?

Artefactos/porcentaje de uso	Información	Comunicación	Entretenición
Televisor			
Radio			
Computador			

- ¿Siente usted que tiene un mayor acceso a información gracias al uso de artefactos eléctricos como televisores, computadores y radios?, si es así, ¿En qué grado siendo 1 el nivel más bajo y 5 el más alto de acceso a información? ____
- ¿Siente usted que gracias al proyecto y al uso de artefactos eléctricos como teléfonos fijos, móviles y computadores, entre otros puede estar más y mejor comunicado?, si es así, ¿En qué grado, siendo 1 el nivel más bajo y 5 el más alto de acceso a comunicaciones? ____
- ¿Siente usted que tiene acceso a más y mejores opciones de entretenición gracias al proyecto?, si es así, ¿En qué grado, siendo 1 el nivel más bajo y 5 el más alto de acceso a opciones de entretenición? ____

Nivel de importancia de los impactos en información, comunicaciones y entretenición:

En un rango del 1 al 5, siendo 1 el nivel más bajo de importancia y 5 el más alto:

- ¿Cuán importante ha sido para usted el mayor acceso a información generado? ____
- ¿Cuán importante ha sido para usted la mejora en las comunicaciones? ____
- ¿Cuán importante ha sido para usted el mayor acceso y opciones de entretenición? ____

Ámbito seguridad

- ¿Deja usted luces encendidas durante la noche?

- ¿Se siente usted más seguro luego de la implementación del proyecto?, si es así, ¿En qué grado, siendo 1 “Sólo un poco más seguro” y 5 “Mucho más seguro”? ____

Nivel de importancia de los impactos en seguridad:

En un rango del 1 al 5, siendo 1 el nivel más bajo de importancia y 5 el más alto:

- ¿Cuán importante ha sido para usted la mayor sensación de seguridad durante la noche? ____

Ámbito tiempo disponible

- ¿Cuántas horas (promedio) tiene usted al día para realizar otras actividades distintas a las laborales habituales?:

Entre 0 y 2 horas	Entre 2 y 4 hora	Entre 4 y 6 horas	Entre 6 y 8 horas	Más de 8 horas

- Si cree que ha variado la cantidad de horas que tiene disponibles durante el día para realizar otras actividades, ¿Cuántas horas (promedio) más ha aumentado, dentro de los siguientes rangos?:

Entre 0 y 1/2 hora	Entre 1/2 y 1 hora	Entre 1 y 2 horas	Entre 2 y 3 horas	Más de 3 horas

Nivel de importancia de los impactos en tiempo disponible:

En un rango del 1 al 5, siendo 1 el nivel más bajo de importancia y 5 el más alto:

- ¿Cuán importante ha sido para usted y su familia la variación del tiempo que tiene disponible para realizar otras actividades? ____

3.- Preguntas asociadas a impactos ambientales

- ¿Ha visto o encontrado algún ave muerta cerca de los aerogeneradores?
- ¿Percibe alguna molestia por el sonido de los aerogeneradores?, si es así ¿Qué nivel de molestia siendo 1 el nivel más bajo y 5 el más alto? ____
- ¿Qué tipo de impacto sobre el paisaje cree que el proyecto genera?:

Muy negativo	Negativo	Neutral (sin impacto)	Positivo	Muy positivo

Nivel de importancia de los impactos ambientales:

En un rango del 1 al 5, siendo 1 el nivel más bajo de importancia y 5 el más alto:

- ¿Cuán importante ha sido para usted y su familia la reducción de emisiones de CO₂ que ha generado el proyecto? ____
- ¿Cuán importante ha sido para usted y su familia el daño que ha habido sobre la fauna del lugar? ____
- ¿Cuán importante ha sido para usted y su familia la molestia generada por el sonido de los aerogeneradores? ____
- ¿Cuán importante ha sido para usted y su familia el daño que ha habido sobre el paisaje? ____