

RESOLUCION BI-MINISTERIAL 078

La Paz, 16 de Agosto de 2000

VISTOS Y CONSIDERANDO:

Que, de acuerdo a Ley de Organización del Poder Ejecutivo N° 1788 de 16 de septiembre de 1997, el Ministerio de Hacienda es autoridad fiscal y Organo Rector entre otros del Sistema Nacional de Inversión Pública (SNIP) y que conforme al D.S. N° 25055 de 23 de mayo 1998 y Resolución Suprema N° 216768 de 18 de junio de 1996 es competencia del Viceministerio de Inversión Pública y Financiamiento Externo (VIPFE), establecer metodologías de preparación y evaluación de proyectos en los sectores económicos del país para garantizar la asignación eficiente de los recursos de inversión pública.

Que, los Ministerios cabezas de sector son responsables por el establecimiento de las políticas de inversión para proyectos sectoriales y delegan a los Viceministerios la responsabilidad de desarrollar las metodologías de preparación y evaluación de proyectos.

Que, el Viceministerio de Inversión Pública y Financiamiento Externo ha presentado la metodología de preparación y evaluación de proyectos de electrificación rural al Viceministerio de Energía e Hidrocarburos (Ministerio de Desarrollo Económico) para su análisis y aportes correspondientes al mencionado documento y que de dicho proceso se ha obtenido una metodología consensuada y validada que establece los criterios fundamentales y suficientes para una asignación eficiente de los recursos públicos en el tema de referencia.

Que, el Ministerio de Desarrollo Económico como cabeza de sector y el Ministerio de Hacienda como Organo Rector del SNIP, han visto por conveniente homogenizar la preparación y evaluación de proyectos de electrificación rural de las instituciones de los tres niveles del sector público, para poder establecer un proceso óptimo de toma de decisiones garantizando de esta forma que se incremente el bienestar nacional.

POR TANTO:


Los Señores Ministros de Hacienda y Desarrollo Económico

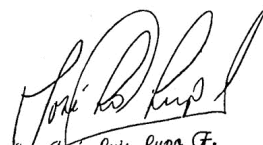
RESUELVEN:

Primero: Aprobar el documento denominado "Metodologías de Preparación y Evaluación de Proyectos de Electrificación Rural", que forma parte de la presente Resolución Bi Ministerial en calidad de anexo.


Segundo: El mencionado Documento entrará en vigencia y será de uso y aplicación obligatoria por todas las instituciones de los tres niveles del sector público que elaboren proyectos de electrificación rural a la fecha de la dictación de la presente Resolución Bi Ministerial.

Regístrese, comuníquese y cúmplase.


Ing. Carlos A. Contreras Del Solar
VICEMINISTRO DE ENERGIA
E HIDROCARBUROS


Lic. José Luis Lupo F.
MINISTRO DE DESARROLLO
ECONOMICO


BERNARDO REQUENA B.
Viceministro de Inversión Pública
y Financiamiento Externo
MINISTERIO DE HACIENDA


Lic. Ronald MacLean Abaroa
MINISTRO DE HACIENDA

I. SECTOR ENERGÍA

I.1 METODOLOGÍA DE PREPARACIÓN Y EVALUACIÓN DE PROYECTOS DE ELECTRIFICACIÓN RURAL

I.1.1 PREPARACIÓN DEL PROYECTO

La metodología que se presenta en este punto, hace primordial énfasis a los análisis técnico, financiero y organizacional y en cada uno de estos aspectos la calidad de la solución, la sostenibilidad y el control social.

En esencia el ámbito de esta metodología cubre proyectos de extensión de redes de energía eléctrica, proyectos de generación y distribución de la energía eléctrica, así como suministro de energía eléctrica mediante la utilización de energías alternativas como hidráulica, geotérmica, solar, eólica y biomasa¹.

De la correcta preparación del proyecto de Electrificación dependerá no solo la asignación eficiente de los recursos escasos de la inversión pública sino también el correcto desarrollo y operación del proyecto, brindando a la comunidad los beneficios que se esperan de él. Es decir, cumpliendo con el objeto de la inversión social que es lograr la satisfacción de las necesidades de la población de manera eficiente.

Como parte de la identificación del proyecto se debe presentar de manera general el problema o necesidad que se pretende resolver con el proyecto y el planteamiento de las posibles alternativas de solución a dicha situación, indicando la cantidad y concentración de la población, así como las actividades socioeconómicas, las estructuras u organizaciones existentes y la relación con las estrategias y programas nacionales y regionales.

I.1.1.1 Diagnóstico de la Situación Actual

Deben identificarse y exponerse los siguientes aspectos:

I.1.1.2 Caracterización

Una correcta caracterización de la situación actual debe comenzar por la identificación de la ubicación espacial y geográfica de la población objetivo, así como los datos de población y su grado de densidad.

Se requiere así mismo, la identificación de las vías de acceso y demás infraestructura que pueda ser utilizada para el desarrollo de una u otra de las alternativas de solución de los requerimientos energéticos de la población objetivo.

I.1.1.3 Diagnóstico Socioeconómico

Se requiere de la caracterización de los principales aspectos relacionados con la vocación productiva de la zona, sus actividades económicas, accesos a la educación, salud y esparcimiento entre otros aspectos.

¹ El término eólico hace referencia a la energía proveniente del recurso viento y en biomasa se entiende el aprovechamiento de residuos forestales y agro industriales con contenido energético.

Se requiere identificar el tipo de ingresos y capacidad de pago de las personas, con el fin de buscar los mecanismos para garantizar que sí se desarrolla el proyecto, el mismo sea sostenible en el tiempo.

1.1.1.4 Diagnóstico Legal e Institucional

Finalmente existen dos aspectos que, si bien en un principio pueden parecer poco relevantes a la hora de determinar la viabilidad de los proyectos, su desarrollo y puesta en operación resultan definitivos, y son: los institucionales y los legales.

El elemento asociado con los niveles de organización con los que se cuenta en la zona del proyecto permite identificar una estrategia de estructuración del proyecto que propenda por una participación activa y efectiva de la comunidad en el desarrollo de la mejor solución a sus necesidades de electrificación. Así como la seguridad de la incorporación de los proyectos dentro del contexto de los planes de desarrollo municipales o departamentales.

A nivel de aspectos legales se debe garantizar que el proyecto ha sido analizado desde el punto de vista del cumplimiento de las normas, autorizaciones y permisos vigentes.

1.1.1.5 Estudio de Demanda y Oferta

1.1.1.5.1 Análisis de Demanda de Energía Eléctrica

En cuanto a la demanda se refiere, es necesario identificar los requerimientos energéticos asociados con los diferentes tipos de usuarios que requieren del servicio de energía eléctrica, entre ellos se tienen: residencial, comercial, industrial (agro-industrial, industria pequeña, mediana industria, entre otros), de servicios (educación, bombeo de agua, salud) y alumbrado público. Identificando para cada uno de ellos los aspectos relacionados con la cantidad de energía eléctrica, la potencia instalada y el número de horas requeridos, así como las expectativas de crecimiento de dichas necesidades, de tal forma que se pueda construir la curva de carga del sistema, actual y futura².

Por otro lado es importante calcular, para aquellos sitios en los cuales no existe el servicio de energía eléctrica, la demanda de energía sustituta y su costo asociado, la cual corresponde a la cantidad de energía consumida por la población con energéticos diferentes a la electricidad tales como velas, combustibles líquidos o biomasa comercial, para suplir algunas de sus necesidades y que podrían ser sustituidos por el proyecto. En el cuadro 1 (Anexo 1) se presenta información que puede ser empleada para la determinación de los mismos.

Una vez identificada esta información se debe encontrar su equivalencia en energía eléctrica y para ello se pueden utilizar los factores de conversión presentados en el cuadro 2 (Anexo 1).

Una vez identificados los requerimientos de energía eléctrica y la demanda de energía sustituta del año base, se requiere la información de sus crecimientos esperados esta se muestra en el cuadro 3 (Anexo 1).

² El procedimiento detallado y los formatos guías para la determinación de esta información se presenta en el área 1 del manual para la evaluación de proyectos elaborado por el VEH [9]. En casos donde no sea factible aplicar la metodología anterior, se recomienda ubicar zonas con características socioeconómicas similares y que cuenten con al menos un año de abastecimiento de electricidad, dado que en este periodo se logra una estabilidad en el consumo y tomarlos como referencia para la población objetivo.

1.1.1.5.2 Análisis de Oferta de Energía Eléctrica

En cuanto a la oferta, se debe tomar en cuenta, las características de la infraestructura actual de electrificación, de disponibilidad de combustibles fósiles como diesel, gas natural, carbón u otros, próximos al área de influencia del proyecto. Así como los potenciales energéticos locales disponibles como son: pequeños aprovechamientos hídricos, solar, eólico y de biomasa.

La evaluación de los potenciales de oferta locales se basan esencialmente en los siguientes aspectos:

Recurso Hídrico

Caracterizado por la existencia de ríos, vertientes y quebradas que tengan disponibilidad de caudal permanente durante todo el año. La evaluación del potencial hidroenergético se hace a través del caudal medio Q_m y la altura de aprovechamiento (h), entre otros.

Recurso Solar

Depende fuertemente de factores climáticos, asociados a su vez, con factores geográficos, la cuantificación del potencial energético solar se obtiene conociendo la radiación solar media de la zona o el número de horas de insolación durante el día, así como a temperatura ambiente media.

Recurso Eólico

Depende fuertemente de factores climáticos, el potencial eólico se obtiene cuantificando la velocidad y dirección del viento en las diferentes épocas del año, la frecuencia y la altura a la cual se mide la velocidad. También influye la forma de relieve del terreno, siendo las superficies libres de obstáculos, los mejores lugares de aprovechamiento.

Recurso Gas Natural

Para su utilización se requiere conocer su caudal, su presión y las vías para transportarlo hasta el sitio de conexión.

Recurso Biomásico

La biomasa generalmente se transforma en calor, combustibles (biogas) o electricidad, su utilización depende de las características de vegetación y humedad del sitio. El potencial depende de las características de vegetación de la zona, del régimen de pluviosidad entre otros.

Red de Energía Eléctrica

Suministro de energía eléctrica mediante la extensión de red o conexión a la red eléctrica de una demanda existente, considerando aspectos como la situación geográfica, características de la red, nivel de tensión y de la carga.

1.1.1.6 Definición de la Situación “Sin Proyecto” (Situación Base Optimizada)

Corresponde a la situación que se tendría o se esperaría en el caso de no ejecutar el proyecto, considerando la utilización más óptima de los recursos disponibles. Se suelen realizar inversiones marginales.

Este escenario es de mucha utilidad porque actúa como parámetro para determinar cual será el aporte neto del proyecto, al respecto se debe tomar atención especial al cálculo de los costos de las fuentes energéticas que deberán ser utilizadas por la población bajo esta situación sin proyecto, los cuales deben reflejar resultados reales y de referencia del nivel de consumo y costos asociados con esta situación y que tienen directa implicancia para su comparación con la situación “con proyecto”.

1.1.1.6.1 Alternativas del Proyecto

Está estrictamente vinculado a la situación “con proyecto”, comprende los procedimientos y características técnicas de cada una de las alternativas estudiadas.

Es importante definir con claridad los objetivos que se proponen cubrir con el desarrollo de cada una de las alternativas que se plantean en el estudio, especificando en lo posible las metas y actividades que se han estimado se deberán llevar a cabo para garantizar el éxito del proyecto de electrificación rural.

Las alternativas de solución se pueden agrupar en tres tipos:

- Conexión al sistema interconectado a través de una extensión de redes de transporte de energía de alto voltaje (Extensión de redes).
- Suministro mediante un generador convencional local a través de redes de distribución de bajo voltaje (Plantas Diesel, Plantas de gasolina).
- Suministro mediante sistemas no convencionales (fotovoltaicos, eólicos, micro-centrales hidroeléctricas, dendroenergía), incluidas si se requieren las redes de distribución correspondientes a este tipo de proyectos.

1.1.1.6.2 Selección de la Alternativa Técnica de Mínimo Costo

Una vez identificadas todas las alternativas de solución y antes de realizar las evaluaciones detalladas de estas es conveniente realizar una preselección de alternativas con el fin de identificar solo aquellas cuyos factores de desarrollo imprescindibles se cumplan dadas las características propias de demografía, clima, socioeconómicas y aspectos ambientales entre otras.

Las alternativas técnicas y los criterios para preselección de alternativas se presentan en los cuadros 4 y 5 (anexos) respectivamente.

Las alternativas técnicas deben ser comparadas y seleccionadas de acuerdo al mínimo costo en función a su vida útil, inversiones, costos de suministros y costo final durante su ciclo de vida, de esta manera se elegirá la alternativa más conveniente que maximiza los beneficios del proyecto.

1.1.1.7 Tamaño y Localización del Proyecto

Una vez definida la alternativa de mínimo costo a ser desarrollada es necesario determinar las características de cada una de ellas en cuanto corresponde a dimensionamiento técnico, es decir capacidad, número de usuarios a beneficiar, demanda a suplir, localización del proyecto.

1.1.1.8 Descripción del Proyecto

Descripción del problema de abastecimiento, cobertura o calidad del servicio de energía eléctrica existente y que se pretende solucionar de manera total o parcial con el proyecto,

sustentando adecuadamente los aspectos geográficos, demográficos, de infraestructura existente y socioeconómicos del área de influencia del proyecto.

Se debe realizar una explicación detallada de las características técnicas más relevantes del proyecto que implican la alternativa de mínimo costos elegida, así como los niveles actuales de cobertura del servicio de energía eléctrica y la calidad del mismo.

1.1.1.9 Ingeniería

A este nivel se requieren las especificaciones detalladas de la alternativa que se determinó como factible en lo que tiene que ver con equipos, obras físicas, determinación de materiales, recursos y cantidad de energéticos a utilizar, sistemas de alimentación y eficiencias esperadas entre otras.

Si una población demanda cierta cantidad de energía eléctrica que puede ser suministrada por medio de la extensión de una red de media o alta tensión existente en cercanías de la población o mediante la construcción en el sitio de una planta de generación de energía eléctrica y de sus redes de distribución.

En el caso de la extensión de redes se requiere determinar entre otros:

- Nivel de tensión.
- Características de la línea de alta tensión.
- Características de las unidades de transformación.
- Características de las redes de media y baja tensión.
- Servidumbres.
- Planos y trazados.

Para la segunda alternativa se requiere definir entre otras:

- Características del suministro de combustibles.
- Dimensionamiento de equipos de generación.
- Dimensionamiento de equipos de transformación.
- Características de la línea de alta tensión.
- Características de las redes de media y baja tensión.
- Sistemas de protecciones.

1.1.1.10 Organización

Se debe establecer la estructura organizacional y de gestión que tendrá el proyecto en las diferentes fases de diseño, construcción y operación.

Este aspecto se considera de mucha importancia por cuanto de él depende en gran medida la utilización eficiente y oportuna de los recursos asignados al proyecto, así como la sostenibilidad del mismo en el tiempo.

Se requiere identificar quien conforma y como será la entidad promotora, la ejecutora y la operadora. Así mismo, se deberán incluir los aspectos asociados con el control social que permitan a la población beneficiaria velar por el correcto desempeño y utilización de los recursos que le han sido asignados según lo estipulado en las leyes y decretos reglamentarios de participación popular y descentralización.

I.1.1.11 Inversiones y Costos

La ingeniería del proyecto permitirá determinar los costos de inversión, los requerimientos de materias primas, mano de obra y otros; los costos de operación, mantenimiento y administración del proyecto.

I.1.1.12 Análisis Ambiental del Proyecto

Deberá identificar tanto los diferentes tipos de impactos que el proyecto o cada alternativa de solución puede causar sobre al ambiente, así como las medidas o acciones que se proponen realizar para compensar, mitigar o prevenir estos impactos, según el tipo de efecto que se cause.

En algunos casos, los estudios de preinversión incluyen el desarrollo de los Estudios de Evaluación de Impacto Ambiental (EEIA), previos a la iniciación del proyecto sectorial, tendientes a diseñar las acciones de prevención, mitigación, control y seguimiento ambiental y social durante sus fases de construcción y operación.

El costo de esta evaluación ambiental depende fundamentalmente de los potenciales impactos ambientales y sociales de cada proyecto y se relaciona con el monto de las inversiones previstas.

La “Ficha Ambiental”, que es el documento presentado por el ejecutor del proyecto ante la autoridad ambiental competente, da inicio al proceso de evaluación ambiental. Con base en ese documento, la autoridad ambiental define la “categoría” del Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental (EEIA) que el proyecto amerita. Estas categorías son:

- Categoría uno: EEIA analítico e integral.
- Categoría dos: EEIA analítico específico.
- Categoría tres: Solamente requieren del Planteamiento de Medidas de Mitigación y del Plan de Aplicación y Seguimiento Ambiental (MM-PASA).
- Categoría cuatro: no requieren de EEIA.

La profundidad de los estudios requeridos es mayor para la categoría uno y es gradualmente menor para las demás, hasta llegar a la cuarta categoría que no requiere de estudios ambientales.

En la medida en que los EEIA requeridos sean más profundos y detallados, su costo será mayor. Aunque en la fase de evaluación del proyecto sectorial es factible que no se cuente aún con un pronunciamiento de la autoridad ambiental competente sobre la “categoría” del estudio necesario, si es posible prever, con alguna certidumbre, la categoría que se asignará al proyecto. Esto con base en lo contenido en los artículos 16 y 17 del Reglamento de Prevención y Control Ambiental y sobre la base del análisis y dictamen técnico efectuado a la “Ficha Ambiental” que se presenta al Organismo Sectorial Competente (OSC).

De manera preliminar se puede establecer que los costos del EEIA, dependerán de dos variables principalmente: la categoría asignada al estudio por la autoridad ambiental, que depende fundamentalmente de la relación entre los impactos negativos y positivos del proyecto, y del costo del proyecto. Para prever, de manera aproximada, los costos de los EEIA de los proyectos con base en su posible “categoría” y con base en su costo de construcción, se puede utilizar el cuadro 6 (Anexo 1). El costo de los EEIA correspondería al producto entre los costos totales del proyecto y el número que se encuentra al cruzar la posible categoría del proyecto con su costo total.

Este valor deberá ser incorporado en el flujo de fondos con el fin de internalizar los costos de los estudios ambientales en el proceso de evaluación del proyecto. En el primer año del flujo se incorporará el 100% del valor de este costo.

Algunos proyectos requieren definir acciones de prevención, mitigación y control ambiental en los proyectos sectoriales y por ello necesitan una estimación previa aproximada del monto de esos costos, de manera que ellos puedan ser tenidos en cuenta en el proceso de evaluación económica de los proyectos sectoriales que requieren del desarrollo de acciones de prevención, mitigación y control ambiental.

A continuación se describen los criterios a tener en cuenta para hacer una cuantificación aproximada de los costos inherentes la implementación de acciones de prevención, mitigación y control durante la construcción y la operación de los proyectos de energía, incluyendo el costo de las auditorías ambientales.

Así las cosas, de manera preliminar, se puede establecer que los costos de implementación de las medidas de previstas en el Programa de Prevención y Mitigación y la Auditoría de Ambiental, dependerán de dos variables principalmente: la categoría asignada al estudio por la autoridad ambiental, y el costo del proyecto. Para prever, de manera aproximada, los costos de las medidas previstas en el Programa de Prevención y Mitigación y los de la auditoría de ambiental del proyecto durante sus fases de construcción y operación, se puede utilizar el cuadro 7 (Anexo 1). El costo de la implementación de las medidas de previstas en el Programa de Prevención y Mitigación y de la Auditoría de Ambiental, correspondería al producto entre los costos totales del proyecto y el número que se encuentra al cruzar la posible categoría del proyecto con su costo total.

Este valor se deberá incorporar en el flujo de fondos con el fin de internalizar los costos ambientales en el proceso de evaluación del proyecto. En el primer año del proyecto se incorporará el 50% de este valor. El otro 50% se distribuirá en partes iguales durante el resto de la vida útil del proyecto.

1.1.2 EVALUACIÓN DEL PROYECTO

Una vez identificada la alternativa de desarrollo es necesario establecer con la mayor claridad posible los diferentes elementos de costos y de beneficio o ingreso que están asociados a ella.

Igualmente se requiere en este punto definir el horizonte de evaluación, el cual se asocia en general con la vida útil de los equipos principales, se puede hablar de un término de 20 años para las redes de distribución, 15 años para equipos de generación con combustibles fósiles y 20 años para equipos de aprovechamiento de energías renovables.

1.1.2.1 Evaluación Socioeconómica

La evaluación socioeconómica de proyectos de electrificación rural podrá realizarse mediante dos tipos de análisis:

Análisis de Beneficio-Costo: procedimiento por medio del cual se confrontan los beneficios y costos atribuibles a la ejecución del proyecto desde el punto de vista del país en su conjunto, con el objetivo de emitir un juicio sobre la conveniencia de su ejecución. Con este fin se debe determinar el flujo de recursos reales (de los bienes) utilizados y producidos por el proyecto, valorados por las razones precio cuenta de la divisa, la mano de obra y descontados con la

tasa social de descuento, de forma tal que se puedan eliminar del análisis económico las distorsiones propias de los diferentes precios de mercado involucrados en el proyecto.

Análisis de Costo-Eficiencia: Procedimiento que se aplicará cuando no sea posible cuantificar los beneficios socioeconómicos generados por un proyecto o cuando la cuantificación de los mismos demande tiempo y recursos materiales excesivos en relación al monto de la inversión del proyecto; consiste en la determinación de indicadores de eficiencia de la inversión para la comparación de distintos proyectos.

1.1.2.1.1 Identificación y Estimación de Beneficios

a) Proyectos en localidades que ya cuentan con el servicio de Energía Eléctrica (EE)

Este grupo de beneficios se empleará en proyectos ubicados en localidades donde ya se cuenta con el servicio de EE y donde se disponga de información suficiente referida a la demanda (consumos y tarifas, elasticidad precio, etc.) y los costos de suministro.

Beneficios por ahorro de recursos

Este beneficio podrá presentarse por:

- Reducción de pérdidas técnicas.
- Reducción de pérdidas no técnicas.

La energía eléctrica y potencia ahorrada, deberán medirse en estos casos utilizando los respectivos CILP (Costo Incremental de Largo Plazo).

Beneficios por incremento del bienestar del consumidor

Un proyecto de electrificación puede producir un incremento en el bienestar de los consumidores, derivado de:

- Disminución de cortes no programados.
- Disminución de racionamientos programados.
- Beneficios por incorporación de nuevos usuarios.

El incremento en el consumo de energía eléctrica se traducirá en un incremento del bienestar de los consumidores que deberá valorarse empleando la curva de demanda de energía. Para el cálculo de la curva de demanda se requiere como parámetros de entrada el precio y la cantidad de energía (P_0, Q_0) de la situación sin proyecto; la cantidad de energía con proyecto (Q_1) y la elasticidad precio de la demanda.

b) Proyectos en localidades que aún no cuentan con el servicio de Energía Eléctrica

Este segundo grupo de beneficios se utilizará en localidades que aún no cuentan con el servicio de EE o en localidades en las que no se disponga de información suficiente referida al comportamiento de la demanda y los costos de suministro.

Ahorro en el consumo de energéticos tradicionales

La dotación de Energía Eléctrica a una comunidad reducirá o eliminará el consumo de energéticos tradicionales, como ser velas, pilas, baterías, kerosene, etc.. Este ahorro en el

consumo de energéticos constituye un beneficio para la sociedad que debe medirse con los precios sombra de dichos energéticos.

Beneficios por incremento en el bienestar del consumidor

El consumo de energéticos tradicionales, representa un alto costo por unidad de energía, que generalmente se reduce con la implementación de un proyecto de electrificación. Esta disminución en el costo de la energía produce un incremento en el consumo de energía eléctrica, que generará un incremento en el bienestar del consumidor resultante de ese consumo adicional de energía. Para la estimación de este beneficio se requiere construir una curva de demanda simplificada en base a los supuestos siguientes:

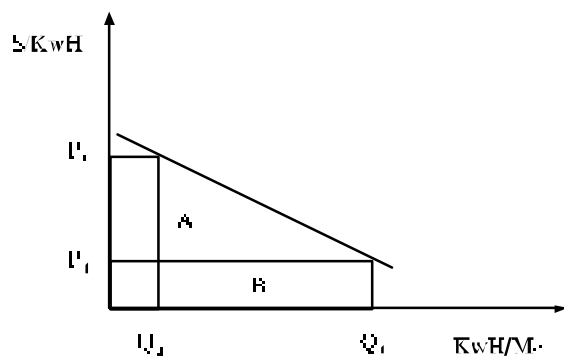
- La Disponibilidad a Pagar (DAP) en la situación sin proyecto (P_0, Q_0) serán iguales al costo promedio por kWh de los energéticos tradicionales sustituidos y a la energía eléctrica equivalente proporcionada por dichos energéticos.
- La DAP en la situación con proyecto (P_1, Q_1) podrán estimarse en función a datos obtenidos de comunidades con características sociales, económicas, culturales y geográficas similares y que ya cuenten con el servicio de energía eléctrica.
- Se asumirá que la curva de demanda es una recta entre los puntos (P_0, Q_0) y (P_1, Q_1) de manera que el Beneficio Socioeconómico (BE) por familia resultante del consumo adicional de energía estará dado por:

$$BE = (Q_1 - Q_0) * (P_0 - P_1)/2$$

El BE se determinará como el área bajo la curva de demanda.

Una aproximación de valoración de los primeros Q_0 Kilowatios/h es el área (A), de los kWh adicionales ($Q_1 - Q_0$) es el área (A+B).

Gráfico No 1. Curva de Demanda por Energía



1.1.2.1.2 Identificación y Estimación de los Costos

Los costos que se establecen en proyectos de Electrificación son: costos de inversión en activos tangibles e intangibles, costos de compra de energía y costos de suministro que comprenden los costos operación, mantenimiento y administración.

Costos de inversión, los más comunes son: las obras civiles, equipamiento y la mano de obra. Los costos de inversión, surgen de los cálculos de la ingeniería del proyecto, se deben realizar estimaciones razonables sobre los costos, desagregados en aquellos que se pueden adquirir en el país y los que se compran por fuera y por lo tanto se deben corregir por la razón de precio e cuenta de la divisa. A su vez se determinará el tiempo de construcción de las obras civiles.

Para la mano de obra se requiere la desagregación del componente de mano de obra no calificada y la restante, para corregir por sus respectivas razones precio de cuenta de la mano de obra.

Costos de compra de energía, se reconocen los siguientes: adquisición de insumos dentro de los que se tiene la compra de energía para proyectos de extensión de redes o de combustible para casos de generación (diesel, gas natural, carbón). Para proyectos con energías alternativas como solar y eólica e incluso pequeñas centrales hidroeléctricas este rubro será cero por cuanto no existe precio sobre el recurso. En el caso del agua puede existir algún tipo de cobro por la disponibilidad del mismo y en ese caso se contabilizaría allí. En el caso de la biomasa se puede asignar un valor por el uso alternativo del suelo según la zona.

Los costos de compra de energía se establecerán en términos de costos de unidad de energía suministrada o generada y de capacidad instalada.

Costos de operación y mantenimiento, se toma en cuenta una inversión marginal para la operación de los sistemas de electrificación y su mantenimiento que implique la compra de insumos (materiales de construcción), adicionalmente se debe cuantificar el salario de la mano de obra.

Los de operación y mantenimiento serán establecidos con base en las estimaciones del proyecto funcionando.

Los datos numéricos se obtienen a partir de la corrección de los costos y precios de mercado por las razones precio cuenta de la divisa y la mano de obra establecidas por el Organo Rector del Servicio Nacional de Inversión Pública (SNIP).

A partir de la caracterización ambiental del proyecto se deben identificar los elementos de costo que permitan evaluar, prevenir y mitigar los impactos ambientales asociados con el desarrollo de cada una de las alternativas.

1.1.2.1.3 Criterios Para la Toma de Decisiones

Para descontar el flujo de beneficios netos (Beneficios totales – Costos totales), se recurrirá a la tasa social de descuento establecida por el Organo Rector del SNIP.

El primer criterio a utilizar para la selección de alternativas factibles desde el punto de vista socioeconómica es que el indicador de *Valor Actual Neto Socioeconómico (VANS)* sea mayor que cero.

Un VANS > 0 significa que la alternativa es rentable desde el punto de vista del país en su conjunto y se debe ejecutar.

Cuando no se puedan calcular los beneficios socioeconómicos y consiguientemente el VANS, se procederá a establecer los siguientes indicadores de Costo Eficiencia Socioeconómico (CES):

- CES = CAES/kWh: Costo Anual Equivalente Socioeconómico por unidad de energía abastecida; este indicador da una señal sobre la tarifa media social del proyecto.
- CES = CAES/kW: Costo Anual Equivalente Socioeconómico por unidad de potencia instalada; provee una estimación del costo de atender un usuario con el proyecto y permitiría comparar contra estándares nacionales o internacionales.
- CES = CAES/Usuario: Costo Anual Equivalente Socioeconómico por usuario.
- CES = CAES/Km: Costo Anual Equivalente Socioeconómico por unidad de distancia (para extensión de redes): para el caso de redes este indicador permite visualizar el costo por cada unidad de distancia con el proyecto.

Se recomienda seleccionar el indicador CES que presente el menor CAES/kWh, que es el que presenta la menor tarifa media social.

1.1.2.2 Evaluación Privada

Es la comparación de los beneficios y costos atribuibles a la ejecución del proyecto desde el punto de vista privado, con el objetivo de emitir un juicio sobre la conveniencia de que un inversionista privado pueda asignar recursos financieros al proyecto. Con este fin se deberá determinar el flujo de ingresos y costos que generará el proyecto, valorados por los precios de mercado vigentes.

Se realiza con el propósito de determinar la sostenibilidad operativa.

1.1.2.2.1 Identificación y Estimación de Ingresos

Los conceptos que se deben incluir en ese rubro corresponden a los ingresos recibidos por la venta de la energía (Bv) y los ingresos por servicios complementarios, la expresión utilizada es:

$$B_v = E_f * T_p$$

Donde:

T_p : Tarifa definida para el proyecto, se puede tomar como la tarifa media privada CAP/kWh

E_f: Energía Facturada durante para cada uno de los años del análisis en kWh

1.1.2.2.2 Identificación y Estimación de Costos

Los costos de inversión, producción, operación y mantenimiento deberán ser valorados a precios de mercado. Igualmente se deben considerar para evaluación privada o financiera los impuestos o tributos que el proyecto debe pagar y los costos financieros. Los análisis de indicadores se podrán hacer con o sin incluir los costos financieros pero se considera pueden ser importantes en la toma de decisiones de los agentes y por ende se incluyen en los aspectos a considerar.

1.1.2.2.3 Criterios Para la Toma de Decisiones

Para descontar el flujo de la evaluación privada se debe utilizar la tasa de descuento de mercado.

Si para una alternativa, dentro de la evaluación socioeconómica se determinó un $VANS > 0$ y en la evaluación privada el $VANP > 0$, significa que la alternativa garantiza la sostenibilidad operativa del proyecto y que por tanto debe ejecutarse.

Si por el contrario, la evaluación de la alternativa indica que el $VANS > 0$ pero el $VANP < 0$, es necesario revisar el esquema de financiamiento de tal forma que se viabilice su desarrollo por parte del agente privado.

1.1.2.3 Análisis de Sensibilidad

El análisis de sensibilidad y/o riesgo, se realizará sobre las variables más significativas que incidan directamente en la rentabilidad del proyecto y busca medir de alguna manera la robustez de las alternativas y la necesidad de profundización en algunas variables.

ANEXOS

ANEXO 1: CUADROS

Cuadro 1. Demanda Sustituta

Energético \$/Unidad	Uso	Cantidad por Mes	Costo Unitario
Velas	Iluminación	Velas por mes	\$/Vela
Baterías			
Pilas			
Carbón			
Kerosene			
Diesel			

Cuadro 2. Factores de Conversión a Energía Eléctrica

Elemento Energético	Supuestos de Cálculo	Factor de Conversión
Vela	Capacidad equivalente de 18 W, duración 2.5 horas	0.045 kW/h
Lámpara a Kerosene	Consumo promedio 0.3 lt/hora	10,326 kWh/lt kerosene
Leña	Consumo promedio 3,25 Kgr/hora	4,07 Kwh/Kgr leña
Diesel	Rendimiento promedio de 0,33 lt/Kwh en generación	3.165408 kWh/lt diesel
Pilas	Aparato de 3W con 4 pilas, duración 5 horas	0.056 kWh/pila
Baterías	Batería de 12 V, 16 A hora	0.192 kWh/Batería

Cuadro 3. Demanda de Energía Eléctrica

Año	Requerimientos Energía		Requerimientos Energía	
	Sustituta	KWh-año	Eléctrica	KWh/año
0	Ds		Do	
1	$Ds(1+r)^1$		$Do(1+l)^1$	
N	$Ds(1+r)^n$		$Do(1+l)^n$	

Ds : Demanda sustituta en el año base o cero

Do : Demanda de energía eléctrica en el año base o cero

r : Tasa de crecimiento de la demanda sustituta

l : Tasa de crecimiento de la demanda de energía eléctrica

Cuadro 4. Alternativas Técnicas Según Tipo de Demanda

Tecnología	Tipo de Demanda	Condiciones
Red	Población grande y poco dispersa, usos productivos	Distancia no muy larga a la red nacional
Motor a diesel	Población concentrada, usos productivos	Combustible accesible
Motor a gas natural	Población concentrada, usos productivos	Gasoducto disponible en la zona de proyecto
Micro Central Hidráulica	Población poco dispersa, usos productivos	Caudal de agua suficiente y continuo, altura topográfica adecuada.
Sistema Eólico	Iluminación y comunicación. Bombeo de agua para riego	Viento regular y suficiente
Sistema Fotovoltaico	Iluminación y comunicación de hogares en poblaciones dispersas, postas de salud, escuelas	Radiación solar regular y suficiente
Sistemas Híbridos	Población poco dispersa, usos productivos	Disponibilidad de recursos energéticos locales

Cuadro 5. Criterios Para Preselección de Alternativas

Alternativa	Condiciones Geográficas	Climáticas	Ambientales	Técnica u Otras
Generadores convencionales a combustible	Facilidad de acceso periódico para carga de combustible		Buena forma de eliminar o reducir contaminación acústica y/o ambiental	Suministro de repuestos y habilidades para la manutención
Generadores Fotovoltaicos	Zonas no boscosas o con accidentes que impidan la llegada directa del sol	Incidencia solar en la mayor parte del día y del año. Cielos claros		
Generadores Eólicos		Incidencia de vientos de envergadura en forma relativamente constante en el año		Factibilidad de implementar otras formas de abastecimiento de respaldo para superar el problema de la intermitencia
Micro Centrales Hidráulicas	Existencia de ríos y cauces con una importante historia hidrográfica			Suministro de repuestos y habilidades para la manutención
Extensión de redes	Zonas sin muchos accidentes geográficos que puedan dificultar el tendido eléctrico			

Cuadro 6. Costo de los EEIA (en millones de Bs)

Costo del Proyecto	Categoría del Proyecto			
	1	2	3	4
< 30	0.01	0.007	0.005	-
30-60	0.009	0.006	0.004	-
60-120	0.008	0.005	-	-
>120	0.007	-	-	-

Fuente: Consultoría Metodologías de Preparación y Evaluación de Proyectos del VIPFE

**Cuadro 7 Costo de Implementación de Medidas
(en millones de Bs)**

Costo del Proyecto	Categoría del Proyecto			
	1	2	3	4
< 30	0.025	0.0175	0.0125	-
30-60	0.0225	0.015	0.01	-
60-120	0.02	0.0125	-	-
>120	0.0175	-	-	-

ANEXO 2

Beneficios socioeconómicos del proyecto en localidades que cuentan con servicios de energía eléctrica:

- Ahorro en los costos de operación, administración y mantenimiento.
- Reducción de pérdidas técnicas (Generación, transmisión y distribución).
- Reducción de pérdidas no técnicas (Pérdidas negras por robos).
- Aumento en la confiabilidad del servicio.
- Disminución de racionamientos programados.
- Aumento de consumo por mejoras en la regulación de tensión.
- Beneficios por aumento en la disponibilidad del servicio.
- Liberación de recursos y/o ahorros en combustibles y lubricantes.

Beneficios socioeconómicos del proyecto en localidades que no cuentan con servicios de energía eléctrica:

- Ahorro en el consumo de energéticos tradicionales actualmente utilizados.
- Bienestar producido por el consumo de energía eléctrica adicional.

Para proyectos asociados a usos productivos se deberán calcular los beneficios generados por la utilización de energía eléctrica.

I. SECTOR ENERGÍA	1
I.1 METODOLOGÍA DE PREPARACIÓN Y EVALUACIÓN DE PROYECTOS DE ELECTRIFICACIÓN RURAL	5
I.1.1 PREPARACIÓN DEL PROYECTO	5
I.1.1.1 Diagnóstico de la Situación Actual	5
I.1.1.2 Caracterización	5
I.1.1.3 Diagnóstico Socioeconómico	5
I.1.1.4 Diagnóstico Legal e Institucional	6
I.1.1.5 Estudio de Demanda y Oferta	6
I.1.1.5.1 Análisis de Demanda de Energía Eléctrica	6
I.1.1.5.2 Análisis de Oferta de Energía Eléctrica	7
I.1.1.6 Definición de la Situación “Sin Proyecto” (Situación Base Optimizada)	7
I.1.1.6.1 Alternativas del Proyecto	8
I.1.1.6.2 Selección de la Alternativa Técnica de Mínimo Costo	8
I.1.1.7 Tamaño y Localización del Proyecto	8
I.1.1.8 Descripción del Proyecto	8
I.1.1.9 Ingeniería	9
I.1.1.10 Organización	9
I.1.1.11 Inversiones y Costos	10
I.1.1.12 Análisis Ambiental del Proyecto	10
I.1.2 EVALUACIÓN DEL PROYECTO	11
I.1.2.1 Evaluación Socioeconómica	11
I.1.2.1.1 Identificación y Estimación de Beneficios	12
I.1.2.1.2 Identificación y Estimación de los Costos	13
I.1.2.1.3 Criterios Para la Toma de Decisiones	14
I.1.2.2 Evaluación Privada	15
I.1.2.2.1 Identificación y Estimación de Ingresos	15
I.1.2.2.2 Identificación y Estimación de Costos	15
I.1.2.2.3 Criterios Para la Toma de Decisiones	15
I.1.2.3 Análisis de Sensibilidad	16
ANEXOS	17
ANEXO 1: CUADROS	17
ANEXO 2	21