



UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO
ESTUDIOS DE POSTGRADO
POSTGRADO EN ECONOMÍA EMPRESARIAL
TRABAJO DE GRADO DE ESPECIALISTA

EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LAS MEJORES OPCIONES
DE SUMINISTRO ELÉCTRICO A COMUNIDADES AISLADAS EXISTENTES AL
SUR DEL ESTADO BOLÍVAR

ELABORADO POR: KARINA HERRERA
CÉDULA DE IDENTIDAD: 11.528.344
ASESOR: JESUS TOLEDO LÓPEZ
CARACAS, JULIO, 2007



UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO
ESTUDIOS DE POSTGRADO
POSTGRADO EN ECONOMÍA EMPRESARIAL
TRABAJO DE GRADO DE ESPECIALISTA

EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LAS MEJORES OPCIONES
DE SUMINISTRO ELÉCTRICO A COMUNIDADES AISLADAS EXISTENTES AL
SUR DEL ESTADO BOLÍVAR

ELABORADO POR: KARINA HERRERA
CÉDULA DE IDENTIDAD: 11.528.344
ASESOR: JESUS TOLEDO LÓPEZ
CARACAS, JULIO, 2007

INDICE

PARTE I

1.	INTRODUCCIÓN	5
2.	CVG EDELCA Y LA CUENCA DEL RÍO CARONÍ	7
3.	ANTECEDENTES	9
4.	PROBLEMA PLANTEADO.....	10
5.	OBJETIVOS ESTRATÉGICOS	11
6.	OBJETIVO DEL TRABAJO	12

PARTE II

7.	EL PEQUEÑO NEGOCIO HIDROELÉCTRICO	14
8.	COMPOSICIÓN TECNOLÓGICA DE LAS PEQUEÑAS CENTRALES HIDROELÉCTRICAS	15
9.	TECNOLOGÍAS ALTERNATIVAS PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELECTRICA EN COMUNIDADES AISLADAS	18

PARTE III

10.	MÉTODO A UTILIZAR PARA LA EVALUACIÓN DE LAS OPCIONES.....	22
10.1.	Método de Mínimo Costo	23
11.	CONSIDERACIONES PARA LA EVALUACIÓN DE LAS OPCIONES DE SUMINISTRO DE ENERGÍA.....	24
11.1	Perfil del Mercado	24
11.2	Premisas y Restricciones	26
11.2.1	Premisas	26
11.2.2	Restricciones.....	26
12.	PLANTEAMIENTO DE LAS OPCIONES	27
13.	CRITERIO DE SELECCIÓN DE LAS MEJORES OPCIONES.....	27
13.1	Tecnología.....	27
13.2	Costos y Tiempo	28
13.3	Beneficios	28

13.4 Dimensionamiento	28
14. EVALUACIÓN DE LAS MEJORES OPCIONES DE SUMINISTRO DE ENERGÍA	29
14.1 Evaluación técnica.	31
14.2 Evaluación Económica	32
14.2.1. Análisis de Mínimo Costo	35
14.2.2. Resultados de la evaluación económica	43
15. CONCLUSIONES.....	45
16. REFERENCIAS.....	47
17. ANEXOS	48

PARTE I

1. INTRODUCCIÓN

La energía eléctrica está íntimamente vinculada con el desarrollo económico de los pueblos, es así como, con el paso del tiempo, el hombre se ha visto beneficiado con los avances tecnológicos que le hacen la vida más fácil, lo que ha implicado mayor consumo de energía, haciéndose necesario aumentos en la producción de electricidad.

En Venezuela, los últimos años han evidenciado un nivel de crecimiento considerable de la demanda eléctrica, producto no solo del incremento de consumo de energía eléctrica en los grandes centros poblados, sino también en las áreas rurales, lo cual hace necesario la previsión de nueva generación y el fortalecimiento de la infraestructura eléctrica actual.

El presente documento se enfoca en la actual problemática de suministro eléctrico a comunidades rurales que se encuentran aisladas, planteándose las posibles opciones de solución y realizando la evaluación económica de las mismas.

Se entiende como comunidades aisladas, a todas aquellas comunidades autóctonas que no tienen la posibilidad de recibir servicio eléctrico del Sistema Interconectado Nacional (S.I.N.) en general y en particular, las comunidades autóctonas de la cuenca media y alta del río Caroní.

Si bien estas comunidades disponen de fuentes de generación, a lo largo del trabajo se muestran las posibles opciones que permitirán a la empresa que las opera y mantiene, CVG Electrificación del Caroní (CVG Edelca), satisfacer sus necesidades actuales y resolver la problemática de suministro eléctrico confiable, buscando siempre ofrecer el mayor beneficio y la menor afectación en materia económica.

Para ello, se propone el desarrollo de una evaluación económica a partir de la metodología de mínimo costo, pasando por considerar una serie de criterios que permitirán tomar la mejor decisión en términos de costos y beneficios que dichas soluciones podrán brindar al país.

2. CVG EDELCA Y LA CUENCA DEL RÍO CARONÍ

CVG Edelca es una de las catorce empresas que operan en el sector eléctrico Venezolano, mencionando entre otras a Cadafe, La Electricidad de Caracas, Enelven, Elebol, Seneca y Eleval. En la actualidad, el Ejecutivo Nacional tiene previsto la creación de una Corporación Eléctrica que agrupe a todas estas empresas en manos del Estado, con la finalidad de unificar esfuerzos para afrontar la problemática de calidad de servicio eléctrico.

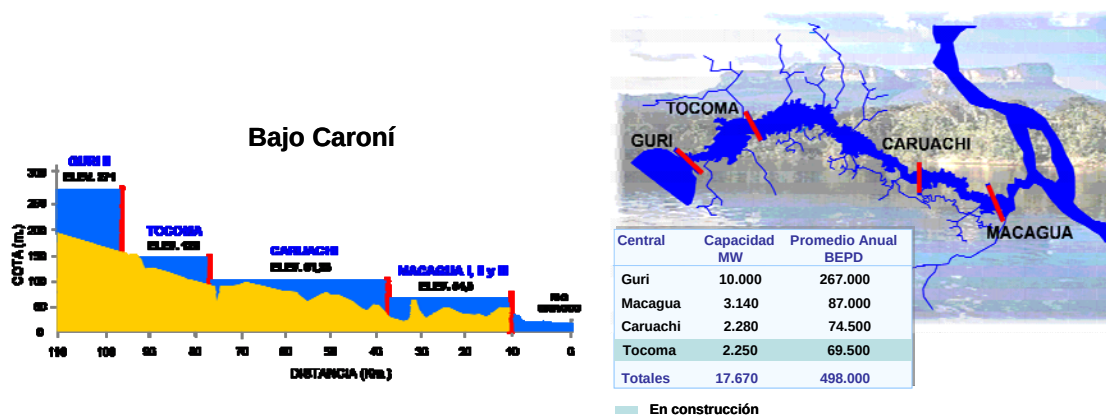
CVG Edelca, es la empresa encargada de la generación hidroeléctrica a través del aprovechamiento de la Cuenca del Río Caroní y es la responsable de suministrar aproximadamente el 72% del consumo de energía eléctrica. Por otra parte, posee un sistema de transmisión que junto con el de otras empresas eléctricas, permite llevar energía desde las plantas de generación hacia el resto del país.

La cuenca del río Caroní está ubicada en el estado Bolívar, al sureste de Venezuela, limitando al norte con el río Orinoco, al este con las cuencas de los ríos Cuyuní y Mazaruni, al sur con la cuenca del río Branco (localizado en el Amazonas Brasileño) y al oeste con las cuencas de los ríos Caura, Aro y otros afluentes importantes del Orinoco. Los ríos principales de esta Cuenca son el Caroní y el Paragua. Su superficie estimada es de 92.000 km² y la misma comúnmente se divide en cuenca alta y cuenca baja, oscilando las altitudes de la primera entre 800 y 2.723 metros sobre el nivel del mar, es allí donde podemos ver los magníficos saltos de agua. Por otra parte, en la cuenca baja podemos encontrar los grandes desarrollos hidroeléctricos de CVG Edelca como son Guri, Tocomá (en construcción), Caruachi y Macagua.

La cuenca del río Caroní, reúne condiciones excepcionales para la generación de energía hidroeléctrica, debido a sus altos niveles de escorrentía o capacidad productora de agua, a los bajos niveles de intervención humana y a la densa vegetación que cubre sus suelos.

En la Figura 1 se indica la capacidad instalada de las plantas generadoras hidroeléctricas ubicadas en el bajo Caroní, así como su equivalente en BEPD (Barriles Equivalentes de Petróleo Diario).

Figura 1. Capacidad instalada de las plantas generadoras de CVG Edelca.



El potencial hidroeléctrico de la cuenca ha sido estimado en 25.000 MW, de los cuales 15.400 MW se encuentran actualmente en operación, y otros 2.250 MW en construcción. Una vez desarrollado, todo este potencial hidroeléctrico permitirá el ahorro en el consumo de hidrocarburos para la generación eléctrica, por una cantidad superior a 650.000 barriles equivalentes de petróleo diarios.

Adicional a estos grandes desarrollos hidroeléctricos, podemos encontrar dentro de la Cuenca y sus alrededores, lejos de las líneas de transmisión, pequeños desarrollos hidroeléctricos, conocidos como Microcentrales Hidroeléctricas (MCH), que ha construido CVG Edelca y que aprovechan las pequeñas caídas de agua para generar electricidad, con la finalidad de satisfacer la creciente demanda de energía de pequeñas comunidades aisladas, en su mayoría indígenas, localizadas en la zona. La figura 2 muestra los desarrollos hidroeléctricos en la cuenca del río Caroní.

The image is a composite of three maps. The top-left map shows South America with Venezuela highlighted in orange and labeled 'VENEZUELA'. The top-right map is a globe with a yellow box highlighting the location of Venezuela. The bottom-right map is a detailed map of the Orinoco River basin in Venezuela, showing the river network and the location of the 'Mesa de la Guayana' and 'Mesa de la Guayana'.

CVG Edelca se ha caracterizado por el desarrollo del potencial hidroeléctrico en la cuenca del río Caroni, por su dedicación a la conservación del medio ambiente, así como también por el apoyo que brinda a las comunidades indígenas que hacen vida en la cuenca, a las cuales suministra energía eléctrica a través de pequeñas centrales hidroeléctricas o por medio de fuentes alternas como la generación diesel y, las asiste en las áreas de experticia que forman parte de sus competencias.

9

construidas por misioneros capuchinos, como son Kavanayen (1957) y Kamarata (1962), las cuales CVG Edelca opera y mantiene desde hace muchos años, siendo la vida útil promedio para este tipo de instalaciones de 30 años. La figura 3 muestra las características de las microcentrales existentes al sur del Estado Bolívar.

Figura 3. Características de las microcentrales existentes.

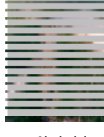
Microcentral En Operación	kW Instalado	Tipo de Turbina	Caída de Agua
Kavanayen	110	Francis	44
Arautamerú	150	Banki	4
La Ciudadela	120	Banki	14
Canaima	800	Banki	25
Cuao	30	Helice	2,5
Wonken	20	Banki	6,7
Kamarata	60	Francis	6



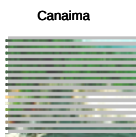
Kavanayen



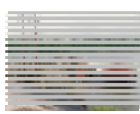
Arautamerú



La Ciudadela



Canaima



Cuao

Algunas de las microcentrales en operación han cumplido su vida útil y otras ya no satisfacen completamente la creciente demanda de los últimos años, por lo que la Empresa ha recibido solicitudes de apoyo para que se realicen mejoras en la calidad del suministro eléctrico y de otros servicios básicos.

4. PROBLEMA PLANTEADO

En los últimos años la calidad de vida de las comunidades que hacen vida en las adyacencias de cada una de las microcentrales hidroeléctricas, se ha visto incrementada y en consecuencia la demanda de energía eléctrica ha hecho lo propio. Este incremento de demanda, hasta ahora ha sido cubierto por CVG Edelca con algunas restricciones asociadas a la insuficiente capacidad instalada y al estado actual de algunos de los sistemas y componentes de las microcentrales hidroeléctricas. Tal es el caso de las microcentrales Kavanayen, La Ciudadela, Wonken y Arautamerú cuya capacidad de potencia instalada se ha visto superada por la demanda de energía.

Otro factor que agrava la situación en lo que se refiere a suministro de energía confiable a dichas comunidades, lo constituye la obsolescencia de los equipos electromecánicos de generación y distribución existentes, la reducción de

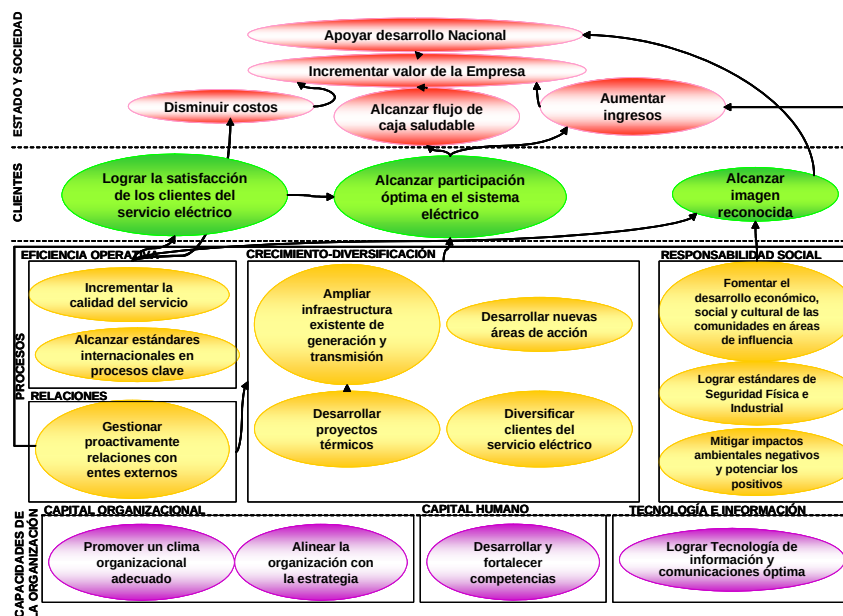
capacidad de generación por cambios en las condiciones hidrológicas consideradas en el diseño original y la ausencia de tecnología actualizada para la supervisión y operación de los sistemas.

En tal sentido, se hace necesario que CVG Edelca tome las acciones necesarias a fin de cumplir con su responsabilidad de incrementar el capital social de las comunidades indígenas que hacen vida en la región, y así, alcanzar la situación deseada, suministro de energía confiable y eficiente que cubra la demanda de energía en el mediano plazo y mejore aún más la calidad de vida de esa población.

5. OBJETIVOS ESTRATÉGICOS

El presente trabajo no solo debe dar respuesta a la problemática de suministro de energía en las comunidades aisladas, sino que debe estar alineado con el mapa Estratégico de CVG Edelca (ver figura 4).

Figura 4. Mapa Estratégico de CVG Edelca.



Los objetivos estratégicos de la empresa con los cuales esta alineado el presente trabajo son los siguientes:

- **Desde la Perspectiva del Accionista**, el objetivo estratégico que se define en concordancia con sus fines de carácter social es el de “**Apoyar el Desarrollo Nacional**”, el cual responde, básicamente, a la condición de empresa del Estado y de servicio público, cuyas inversiones tienen efectos positivos sobre la población beneficiada con la puesta en servicio de obras de infraestructura de electricidad.
- **Desde la Perspectiva Clientes, Comunidades y Ambiente**, el Objetivo “**Alcanzar Imagen Reconocida**”, se sustenta en que CVG Edelca mantiene un rol importante a nivel regional y nacional en su contribución al desarrollo económico y social de las comunidades asentadas en sus áreas de influencia, basado en la gestión sustentable de los recursos y el establecimiento de lineamientos explícitos sobre el aprovechamiento y uso de fuentes alternas de generación.
- **Desde la Perspectiva de los Procesos**, el presente trabajo apoya el objetivo “Fomentar el Desarrollo Económico, Social y Cultural de las Comunidades en Áreas de Influencia”, con lo cual se reafirma el compromiso con la Responsabilidad Social Empresarial (RSE), de creciente interés por parte del ejecutivo Nacional, en apoyo al desarrollo endógeno e incremento del Capital Social de las comunidades ubicadas en el ámbito geográfico su influencia.

6. OBJETIVO DEL TRABAJO

- Realizar un análisis económico de las mejores opciones que garanticen el suministro de energía eléctrica confiable a las comunidades ubicadas en la cuenca del río Caroní, que actualmente cuentan con microcentrales hidroeléctricas, cumpliendo con los parámetros calidad, costo, tiempo y conservación del ambiente. Ver anexo Nro. 2, donde se describen los parámetros mencionados anteriormente.

PARTE II

7. EL PEQUEÑO NEGOCIO HIDROELÉCTRICO

Las pequeñas centrales hidroeléctricas, comúnmente conocidas como **microcentrales**, representan una opción realista y mucho más económica, ante la evolución energética que viene ocurriendo en zonas como la de la cuenca del río Caroní, ya que entre otras cosas permite desplazar el uso de combustibles fósiles, que tienen un valor de exportación para el país.

En el largo plazo, estas pequeñas centrales hidroeléctricas son más económicas que las plantas térmicas, poseen una mayor vida útil, no son afectadas por las variaciones en los precios del combustible y no requieren un estricto programa de mantenimiento.

Generalmente, son definidas como instalaciones donde se utiliza la energía hidráulica para la generación de reducidas cantidades de electricidad, estando sus capacidades en el orden de los 5 y hasta los 5.000 kW.

Una de las formas de clasificación de las microcentrales es la descrita por la OLADE, en la cual se agrupan de acuerdo a cuatro criterios: potencia (kW), forma de utilización, vinculación con el sistema eléctrico y concepción tecnológica.

Clasificación según potencia

	Rango de Potencia (kW)
Microcentrales	5 - 50
Minicentrales	50 - 500
Pequeñas Centrales	500 - 5.000

Clasificación según forma de utilización

- o Basadas en el aprovechamiento de los caudales disponibles en las corrientes del río (filo de agua) o con embalse.

- Operación diaria continua o discontinua.
- Regulable (regulación manual o automática del caudal disponible en el río) o de carga constante (el exceso de agua puede ser empleado en aplicaciones complementarias).

Clasificación según vinculación con el sistema eléctrico

- Centrales aisladas.
- Centrales integradas a pequeñas redes comunales.
- Centrales integradas a la red nacional.
- Centrales para centros productivos aislados.

Clasificación según vinculación con el sistema eléctrico

- Centrales con tecnologías convencionales, se emplean estándares internacionales
- Centrales con tecnologías no convencionales, se adaptan a la especificidad de cada país.

Independientemente de la clasificación que se utilice, lo importante es que se vea a las microcentrales como lo que son, obras que sirven de apoyo social y que se adaptan totalmente al lugar donde operan, bien sea en el ámbito ambiental, tecnológico, comunidad atendida, recursos disponibles, realidad nacional, etc.

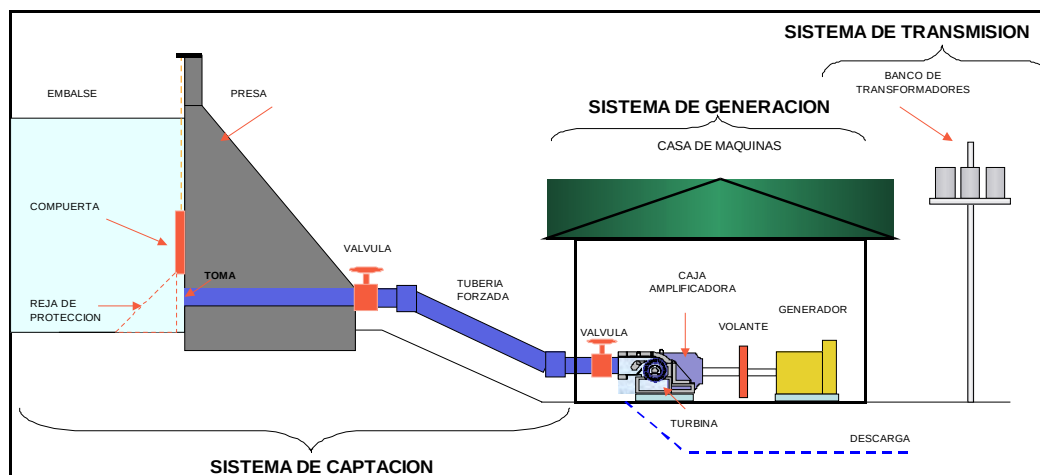
8. COMPOSICIÓN TECNOLÓGICA DE LAS PEQUEÑAS CENTRALES HIDROELÉCTRICAS

La utilización de pequeñas centrales hidroeléctricas como tecnología de suministro de energía eléctrica para comunidades rurales aisladas, tiene una característica distintiva, debe ser suficientemente sencilla como para poderla construir, operar y mantener con la mano de obra disponible en la región. Dicha tecnología se compone principalmente de:

- Sistema de Captación, es el que permite tomar el flujo de agua del río y llevarlo hacia el sistema de generación para su aprovechamiento energético. Está compuesto principalmente por la represa, el embalse, la toma de agua y el tubo de descarga.
- Sistema de Generación, constituido por el espacio donde se encuentra la casa de máquinas con el equipamiento hidroelectromecánico. Se compone de la microturbina, el regulador de velocidad (válvula), el generador, y tableros de comando y control.
- Sistema de Transmisión, constituido por los bancos de transformación y las líneas de distribución. Permite llevar la energía eléctrica generada hacia las comunidades.

En la figura 5 se muestra los distintos sistemas que componen a las pequeñas centrales hidroeléctricas.

Figura 5. Componentes de las pequeñas centrales hidroeléctricas



Por otra parte, es importante hacer mención a la tecnología empleada para alcanzar la potencia de las centrales hidroeléctricas a pequeña escala, me refiero

a las turbinas¹, siendo las más utilizadas para este tipo de centrales, las turbinas Pelton (de tecnología sencilla), Banki y Hélice. Existen otras turbinas como la Francis y Kaplan que son empleadas mayormente en las grandes centrales hidroeléctricas.

En este sentido, se menciona brevemente las características de cada uno de los tipos de turbinas.

Turbinas Pelton, operan a bajos caudales y grandes caídas de agua. Están constituidas por cucharas que reciben el impacto de un chorro de agua a alta velocidad. Se utilizan tanto en grandes como en pequeñas centrales, variando la sencillez de su tecnología.

Turbinas Hélice, son indicadas para el aprovechamiento de pequeños desniveles (menos de 10 metros de caída).

Turbinas Banki, combina valores de caudal-altura de caída, aprovecha saltos entre 3 y 80 mts., así como también posee mayor sencillez constructiva y menor costo por kW instalado.

Turbinas Francis, operan en una amplia gama de combinaciones intermedias en caudal- altura de caída. Este tipo de turbinas está más sujeto a los efectos perjudiciales que produce la arena.

Turbinas Kaplan, operan con grandes caudales y pequeñas caídas de agua. Es ajustable a diferentes niveles de caudal.

¹ **Turbinas:** Motor rotativo que convierte en energía mecánica la energía de una corriente de agua, vapor de agua o gas. El elemento básico de la turbina es la rueda o rotor, que cuenta con palas, hélices, cuchillas o cubos colocados alrededor de su circunferencia, de tal forma que el fluido en movimiento produce una fuerza tangencial que impulsa la rueda y la hace girar. Esta energía mecánica se transfiere a través de un eje para proporcionar el movimiento de una máquina, un compresor, un generador eléctrico o una hélice. **Fuente:** Entidad Binacional Yacyretá.

9. TECNOLOGÍAS ALTERNATIVAS PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELECTRICA EN COMUNIDADES AISLADAS

Adicional a las pequeñas centrales hidroeléctricas, se puede considerar el uso de tecnología convencional como las plantas motogeneradoras, sistemas de distribución y las asociadas a tecnología no convencional como Paneles Solares y Aerogeneradores Eólicos para el suministro de energía eléctrica a comunidades aisladas.

Las plantas motogeneradoras diesel son máquinas de tamaño mediano, con capacidades de potencias pequeñas, de fácil instalación y operación, útiles para el suministro eléctrico en zonas aisladas. La desventaja de esta tecnología radica en el uso de un combustible costoso y que requiere ser trasladado frecuentemente por zonas de difícil acceso. En la figura 6 se muestra un tipo de motogenerador diesel de 150 kW, de la empresa Atlas Copco.

Figura 6. Motogenerador diesel Atlas Copco.



Otra forma para suministrar energía eléctrica a comunidades aislada es a través de **líneas de aéreas de alimentación**, derivadas de un Sistema Transmisión proveniente de una subestación que se encuentre cercana al centro poblado al cual se le quiere prestar servicio.

Figura 7. Líneas de alimentación



La producción de energía a través de **paneles solares** consiste en aprovechar la radiación proveniente del sol, haciendo incidir la misma sobre una superficie llamada célula solar que permite la conducción directa de la corriente eléctrica. Esta tecnología se emplea básicamente para la iluminación y en algunas aplicaciones domésticas. La figura 8 muestra una estructura de panel solar.

Figura 8. Panel Solar



Fuente: Módulos solares

Por su parte los **aerogeneradores eólicos** permiten transformar la energía cinética del viento en energía mecánica de rotación para finalmente generar electricidad. La energía cinética se aprovecha con la instalación de una torre que cuenta, en su parte superior, con unas hélices que giran sobre un eje horizontal que actúa sobre un generador de electricidad.

Figura 9. Aerogeneradores



Fuente: Greenpeace

PARTE III

10. MÉTODO A UTILIZAR PARA LA EVALUACIÓN DE LAS OPCIONES

Siempre que se requiera tomar una decisión sobre la conveniencia de invertir o no en un proyecto es necesario pasar por un proceso de evaluación, bien sea para analizar los aspectos legales, técnicos, financieros, económicos u otros.

Existen diversos tipos de evaluación, sin embargo los más comunes son los conocidos como evaluación previa o ex-ante, evaluación sobre la marcha y evaluación de impacto o ex-post.

La evaluación previa es la que permite identificar las opciones de solución y seleccionar la más conveniente, es decir, se realiza previo a la inversión. Su objetivo es comparar los costos y beneficios de cada una de las opciones a fin de tomar la mejor decisión.

La evaluación durante la marcha, permite realizar un seguimiento al proyecto que se ha emprendido, y de ser necesario acometer ajustes.

Por su parte, la evaluación de impacto o ex-post, es una evaluación más amplia, cuyo objetivo fundamental es recopilar las lecciones aprendidas del proyecto una vez que éste ha llegado a su vida útil, de manera de poder replicar acciones exitosas y evitar los desaciertos.

Para el presente trabajo se realizará una evaluación previa, en la cual se hace referencia a la evaluación técnica y económica de las mejores opciones. Es importante resaltar que la evaluación económica se hará con la metodología de mínimo costo.

10.1. MÉTODO DE MÍNIMO COSTO

Este método busca comparar las opciones de solución a partir de la identificación de los costos del proyecto, para finalmente seleccionar la opción de mínimo costo. Se emplea cuando se hace complejo identificar y valorar los beneficios de las opciones de solución.

En el presente estudio se utiliza la metodología de Valor Presente de los Costos para comparar las opciones consideradas e identificar la que resulte de mínimo costo.

En general, el Valor Presente se conoce como el valor descontado de los flujos de caja que se generaran en el futuro, para lo cual se utiliza una tasa de interés o tasa de descuento. Cuando se habla de valor presente de los costos no se están considerando los ingresos, sino los montos previstos de inversión, los costos totales de operación y mantenimiento y cualquier otro costo en que se pueda incurrir. Podría decirse entonces que este término se refiere a la cantidad de dinero que se necesitaría hoy para acometer, operar y mantener un proyecto en el futuro.

A continuación se muestra la fórmula y la representación gráfica del Valor Presente de los Costos:



$$VP = \sum_{i=1}^n \frac{FC}{(1+r)^i}$$

Donde

I = representa la inversión

r = es la tasa de interés (costo de oportunidad)

FC = Flujo de costo del período

i = período

La metodología del Valor Presente solo funciona con proyectos de vida similares, por lo que para evaluar proyectos de duraciones diferentes se puede tomar una de las tres estrategias que se indican seguidamente:

- Buscar el múltiplo equivalente del proyecto y suponer que estos se repiten hasta igualarse en el infinito.
- Descontar el exceso de tiempo del proyecto largo hasta igualarlo al del corto.
- Igualarlos en el infinito a través de cuotas equivalentes, y calcular el valor a perpetuidad.

11. CONSIDERACIONES PARA LA EVALUACIÓN DE LAS OPCIONES DE SUMINISTRO DE ENERGÍA

11.1. PERFIL DEL MERCADO

Es importante destacar que el presente estudio estará limitado al área de influencia de las comunidades que están cercanas a las microcentrales existentes, siendo el mercado que requiere un suministro eléctrico confiable el representado por los pueblos autóctonos de dichas comunidades con excepción de La Ciudadela.

La característica principal de estos pueblos es que sus comunidades son mayoritariamente de la etnia Pemón (etnia Piaroa en el caso de la MCH Cuao), con nivel socio – económico de subsistencia basado en la caza, la pesca y el cultivo de tubérculos en conucos. La etnia Pemón tiene como una de sus características culturales principales la ocupación del espacio en forma dispersa.

Los datos más recientes de consumo eléctrico que se disponen para el estudio son los valores estimados para cada comunidad, obtenidos en los sondeos realizados durante la fase de diagnóstico de las microcentrales (ver anexo Nro. 3 Estimación Preliminar de Demandas). Para dicha estimación, se consideró como

base el consumo promedio de equipos e instalaciones de uso residencial y general establecidos por la empresa Compañía Anónima de Alimentación y Fomento Eléctrico (CADAFE) y según factores de demandas coincidentes recomendados en las normas COVENIN 200 (C.E.N.). Los valores estimados toman en consideración las dotaciones típicas para viviendas, centros ambulatorios, escuelas, comedores comunitarios, iglesias, etc., por lo que los consumos promedios resultantes reflejan la demanda actual de las comunidades servidas en términos de una carga instalada supuesta bajo condiciones óptimas de prestación del servicio y excelentes niveles en la calidad de vida de los pobladores.

Para la cuantificación de la demanda de instalaciones militares y privadas (caso de la microcentral La Ciudadela), así como de los Centros de Operaciones de CVG EDELCA cercanos a las microcentrales, se tomó en cuenta los valores promedios de las demandas máximas registradas en los instrumentos de medición existentes.

Actualmente, la oferta de energía eléctrica es deficitaria en las comunidades servidas por las microcentrales hidroeléctricas de Kavanayen y Arautamerú, con señales de presentarse el mismo escenario en el corto plazo en las comunidades servidas por las microcentrales hidroeléctricas Kamarata, Wonken y La Ciudadela, ya que el consumo promedio de energía (kWh) de dichas comunidades se encuentra cercano a la capacidad instalada en la microcentral. Sólo las comunidades atendidas por las microcentrales hidroeléctricas Cuao y Canaima no presentan actualmente problemas de déficit, sin embargo en el mediano plazo podrían alcanzar su máxima capacidad.

11.2. PREMISAS Y RESTRICCIONES

11.2.1. PREMISAS

Para el presente estudio se plantearon un conjunto de premisas en lo tecnológico, operacional, ambiental, social y de demanda.

Tecnológicas: Se consideran actualizaciones en la tecnología existente y se estudian fuentes de energía alternas (Solar, Eólica, Diesel, entre otras).

Operacionales: Se evitará la suspensión del servicio de suministro eléctrico a las comunidades, Centros de Operación de CVG Edelca y demás instituciones atendidas.

Ambientales: Los trabajos que resulten de la opción seleccionada serán ejecutados tomando en cuenta la preservación y cuidado de la cuenca del río Caroní.

Sociales: Se busca mejorar la calidad de vida de la población indígena al suministrar energía eléctrica.

Demanda: Se estiman tasas de crecimiento de la demanda de energía en el orden del 3%, según referencia de los estimados promedios para la población rural en Venezuela.

11.2.2. RESTRICCIONES

Legales/Ambiental: Las acciones que resulten de este análisis serán ejecutadas en Áreas Bajo Régimen de Administración Especial (ABRAE) por lo que en términos generales se tomarán en cuenta las políticas que en materia ambiental hayan definido los organismos competentes.

Geográficas: La ubicación geográfica de las microcentrales Cuao, Kamarata, Wonken y Canaima impone limitaciones de acceso.

Logística: En razón de las limitaciones geográficas, es importante una buena coordinación de la logística para la ejecución de cualquier trabajo, tanto desde el punto de vista de traslados de materiales, herramientas, equipos y personal técnico, como de su permanencia y resguardo en el sitio.

12. PLANTEAMIENTO DE LAS OPCIONES

La calidad del servicio hacia las comunidades podrá mejorarse al optimizar los niveles de generación, suministro y distribución de la energía eléctrica, bien sea mediante la rehabilitación y adecuación tecnológica de las microcentrales (MCH) existentes, instalación de plantas motogeneradoras diesel, construcción de líneas aéreas de alimentación y/o la instalación de fuentes de energía alterna tales como paneles solares o aerogeneradores eólicos.

13. CRITERIO DE SELECCIÓN DE LAS MEJORES OPCIONES

13.1 Tecnología

Se considerarán todas aquellas tecnologías en las cuales se tiene experticia para el suministro eléctrico. Durante el proceso de planteamiento de opciones no se descartó la consideración de tecnología asociada a fuentes de energía eléctrica no convencionales, tales como Paneles Solares y Aerogeneradores Eólicos. Sin embargo, considerando que los estudios disponibles demuestran que los niveles de insolación y velocidad de vientos existentes se encuentran por debajo de los valores mínimos requeridos para garantizar la generación de energía (energía firme), se excluyen como opciones de suministro en la evaluación económica, aunque no se descarta que en un futuro se hagan atractivas conforme se desarrolla el nivel de aprendizaje y utilización de las mismas en el país.

13.2 Costos y Tiempo

En relación a los costos, el criterio que tiene mayor peso es el de la racionalización de los mismos, esto con la finalidad de optimizar los recursos financieros involucrados.

Cabe destacar que para las opciones Paneles Solares y Aerogeneradores Eólicos, el costo unitario de generación del kWh resulta muy elevado con respecto a las otras opciones, por lo que representa un argumento adicional para descartarlos de la evaluación económica. En el anexo Nro. 4, se muestra el costo de la opción de paneles solares. En el caso de los Aerogeneradores no se dispone de información de costo en el país.

El tiempo mínimo requerido para poner en operación la solución escogida, deberá oscilar entre 12 y 24 meses, con la finalidad de solventar en el menor tiempo posible el problema de suministro eléctrico en las comunidades aisladas.

13.3 Beneficios

Las opciones evaluadas deberán garantizar un suministro eléctrico confiable a las comunidades aisladas que cuentan con microcentrales hidroeléctricas, al tiempo que soporten un crecimiento de la demanda, y aseguren el desarrollo económico y social de las mismas.

13.4 Dimensionamiento

Las opciones a evaluar deberán considerar la potencia en kW que satisfaga la demanda actual y su crecimiento futuro.

14. EVALUACIÓN DE LAS MEJORES OPCIONES DE SUMINISTRO DE ENERGÍA

De acuerdo a los criterios de selección anteriormente descritos, las mejores opciones a evaluar son:

- Hidroeléctrica,
- Plantas Motogeneradoras Diesel y
- Sistemas de Distribución (Líneas de Alimentación).

Para efectos de la evaluación, las comunidades en estudio fueron clasificadas en función de su cercanía al eje carretero o troncal 10 del Estado Bolívar, es así como surgen dos grupos de comunidades: el **Grupo 1** que incluye las comunidades más aisladas asistidas por las MCH: Wonken, Cuao, Kamarata, y Canaima y el **Grupo 2** que incluye las comunidades cercanas a la troncal 10 que son asistidas por las MCH: Kavanayen, La Ciudadela y Arautamerú y que están más cercanas a las líneas de distribución.

A continuación se hace un breve resumen de las características de las comunidades atendidas por las microcentrales:

Grupo 1

Comunidad de Wonken

- Demanda estimada: 13.000 kWh/mes
- Población atendida: 600 habitantes
- Capacidad instalada: 58 kW
- Necesidad identificada: Garantizar el suministro de energía
Incrementar en un 30% el nivel de electrificación (20 viviendas, Talleres Artesanales, Escuela Técnica)

Comunidad Indígena Cuao

- Demanda estimada: 5000 kWh/mes
- Población atendida: 210 habitantes

- Capacidad instalada: 30 kW
- Necesidad identificada: Extender el tiempo de generación eléctrica durante la época de verano (2 meses). Incrementar en un 15% el nivel de electrificación (6 viviendas)

Comunidad Indígena Kamarata

- Demanda estimada: 15.000 kWh/mes
- Población atendida: 950 habitantes
- Capacidad instalada: 60 kW
- Necesidad identificada: Extender el tiempo de generación eléctrica durante la época de verano (2 meses). Sustitución del sistema de distribución (2.800 m). Incrementar en un 20% el nivel de electrificación (30 viviendas).

Comunidad de Canaima

- Demanda estimada: 110.000 kWh/mes
- Población atendida: 300 flotantes 1.700 permanentes (Centro de Operaciones CVG EDELCA, Guardia Nacional, Inparques)
- Capacidad instalada: 800 kW (400 kW disponibles por no contar con sistemas para la sincronización)
- Necesidad identificada: Garantizar el suministro de energía. Incrementar en un 10% el nivel de electrificación (12 viviendas, Escuela Técnica, Hoteles).

Grupo 2

Comunidad Indígena Kavanayen

- Demanda estimada: 54.500 kWh/mes
- Población atendida: 1.053 habitantes e Instituciones (Centro de Operaciones de CVG EDELCA, Casa Presidencial, Inparques)
- Capacidad instalada: 125 kW (90 kW disponibles, por baja eficiencia)
- Necesidad identificada: Cubrir la demanda de energía. Incrementar en un 10% el nivel de electrificación (15 viviendas, Escuela Técnica).

Centro de Operación de Edelca y Batallón Mariano Montilla Padrón (La Ciudadela)

- Demanda estimada: 45.000 kWh/mes
- Población atendida: 900 habitantes
- Capacidad instalada: 120 kW
- Necesidad identificada: Garantizar el suministro de energía.
Adecuar infraestructura por efectos colaterales de impacto ambiental originados en la construcción.

Comunidades Indígenas de San Francisco y San Ignacio de Yuruaní (Arautamerú)

- Demanda estimada: 50.000 kWh/mes
- Población atendida: 1300 habitantes (Centro de Operaciones CVG EDELCA)
- Capacidad instalada: 150 kW
- Necesidad identificada: Extender el tiempo de generación eléctrica durante la época de verano (2 meses).
Cubrir la demanda de energía.
Mejorar Infraestructura.

14.1 Evaluación técnica.

Desde el punto de vista técnico, cualquiera de las opciones a evaluar son factibles de implementar ya que es tecnología comprobada en el mercado y ampliamente conocida por CVG EDELCA.

En el caso de la opción hidroeléctrica, dado que las MCH son diseñadas con una capacidad finita y tiempo de operatividad determinado, la evaluación técnica estuvo asociada a la normalización de sus sistemas y, en general, a la restitución de las condiciones originales de diseño, con el mejor aprovechamiento del recurso hídrico disponible. Todo ello, con el fin de aumentar la confiabilidad y calidad del suministro eléctrico.

En lo referente a la opción Plantas Motogeneradoras Diesel, la evaluación técnica realizada se basó en la escogencia de unidades que funcionan bajo el esquema de sistema Prime (operación continua bajo carga variable) con equipos de

sincronización. Para ello se llevaron a cabo reuniones con representantes de la empresa VENEQUIP, quienes suministraron información relacionada con costo de inversión, tiempo de operación, consumo de combustible, programa y costos de mantenimiento entre otros. En el anexo Nro. 5 se muestra parte del material suministrado por dicha empresa y que sirvió de base para el análisis.

La opción del Sistema de Distribución para las comunidades atendidas por las MCH reunidas en el Grupo 2, estudia entregar energía a través de líneas aéreas de alimentación en 34,5 KV y 13,8 KV, derivadas del Sistema Sureste desde las subestaciones Las Claritas y Santa Elena. En el anexo Nro.6 se muestra el estudio “Suministro Eléctrico a las poblaciones de la Gran Sabana” que permitió la evaluación de esta opción.

14.2 Evaluación Económica

El desarrollo de la evaluación económica de las opciones de suministro de energía eléctrica, para las comunidades aisladas que cuentan con Microcentrales Hidroeléctricas (MCH) en la Región Guayana, pasa por considerar un conjunto de criterios económicos que permitirán tomar la mejor decisión en términos de costos y beneficios que dichas soluciones brindarán al país.

Se trata de una evaluación en la cual no se plantea, en una primera aproximación, obtener ingresos derivados de la venta de energía eléctrica, ni conocer el precio al cual están dispuestos a pagar los beneficiarios de las soluciones aquí planteadas, aunque estos aspectos pudieran ser tratados en el futuro. Esta evaluación pretende que, optimizando el uso de los recursos financieros, se pueda ofrecer el mayor beneficio para estas comunidades y que el país en general, gane al mejorar la calidad de vida en las mismas.

En este sentido, y de acuerdo con la metodología seleccionada se plantea una evaluación de mínimo costo, donde se considere para cada opción los montos previstos de inversión y los costos totales de operación y mantenimiento.

Para la evaluación económica de las mejores opciones se consideraron las siguientes premisas generales:

- + Evaluación de Mínimo Costo.
- + Precios a Junio 2007.
- + Tasa de Descuento 10%.
- + Tipo de Cambio 2.150 Bs/US\$.
- + Período de Evaluación 30 Años.
- + Precio del combustible diesel: 219 Bs/Lt para el primer año de evaluación y 944 Bs/Lt para el último año.
- + Tasa de crecimiento interanual del precio del combustible 5%.
- + Las unidades diesel a utilizar tienen las siguientes características²:
 - De operación prime (operación continua bajo cargas variables)
 - Costo por kW instalado Bs. 840.000
 - Eficiencia en el uso del combustible de 0,3 Lt/kWh
 - Vida útil de 20.000 horas
 - Factor de planta de 65%.
 - Operación al 75% de su capacidad nominal.
 - Tiempo de operación 12 horas diarias.
- + Factor de acceso aplicado a costos de transporte de materiales e insumos en función de la dificultad de acceso a las comunidades.
- + Período de estiaje en cada MCH: 90 días Kamarata y Cuao, 60 días Kavanayen y Arautamerú y 30 días La Ciudadela. Wonken y Canaima no tienen período de bajo caudal.

Finalmente, una de las premisas más importantes es la referida a la demanda, la cual hace necesario tomar en cuenta las siguientes consideraciones:

² Fuente VENEQUIP

El conjunto de soluciones planteadas deberá satisfacer la demanda de energía eléctrica actual (satisfecha e insatisfecha), así como el crecimiento futuro de la misma.

En algunas comunidades en estudio, la demanda de energía eléctrica no llega a ser satisfecha por los sistemas generadores instalados, esto ocurre bien sea porque la capacidad instalada es menor a la demanda o porque dichos sistemas presentan problemas de disponibilidad.

La demanda estimada para el año 1 en cada comunidad incluye la demanda satisfecha y la demanda insatisfecha. La estimación consideró algunos ajustes en la dotación mínima requerida en las viviendas, escuelas, ambulatorios, iglesias, etc. En el caso de la demanda de los Centros de Operaciones de CVG EDELCA, y de las instalaciones militares, se tomaron los registros de medición disponibles.

Se tiene como premisa que la tasa de crecimiento de la demanda para los tres primeros años estará ubicada entre un 5% y 12%, asumiendo que una vez resueltos los problemas de suministro eléctrico en las comunidades, existirá la posibilidad de que poblaciones aledañas se trasladen a ellas o que se incorporen servicios adicionales por concepto de disponibilidad de la energía eléctrica. Para el resto del período de evaluación se considera que el crecimiento de la demanda se estabilizará en un 3%.

En las tablas mostradas a continuación se hace un resumen de la demanda, tasa de crecimiento y población por grupo de comunidad:

COMUNIDADES GRUPO 1	MCH:	Kamarata	Wonken	Cuao	Canaima
Demanda Estimada ano 1	kWh	182.000	158.000	60.000	1.320.000
Tasa de crecimiento demanda:					
Ano 2	%	8	8	8	12
Ano 3	%	5	5	5	10
Ano 4 al 30	%	3	3	3	3
Población servida	habitantes	950	600	210	1.700
Población no servida	habitantes	200	100	24	60

COMUNIDADES GRUPO 1	MCH:	Kavanayen	La Ciudadela	Arautameru
Demanda Estimada ano 1	kWh	664.000	542.000	611.000
Tasa de crecimiento demanda:				
Ano 2	%	10	10	12
Ano 3	%	8	8	10
Ano 4 al 30	%	3	3	3
Población servida	habitantes	1.000	900	1.300
Población no servida	habitantes	70	-	100

14.2.1. Análisis de Mínimo Costo

El análisis de mínimo costo se realiza a través de la agrupación de los costos totales a considerar. Una vez que se tiene el flujo de costos para el periodo de evaluación, se procede a calcular para cada opción el valor presente de los mismos. Finalmente, se comparan estos resultados y se determina cuál de las opciones es la más económica.

Para este análisis, se toma como premisa que la vida útil tanto de la opción de motogeneradores diesel como la del sistema de distribución se harán equivalentes a la de la opción de las microcentrales hidroeléctricas, considerando para el caso de las plantas diesel la sustitución de las mismas al final de su vida útil.

Opciones de suministro eléctrico a las comunidades del Grupo 1

Para este grupo de comunidades, la opción de suministro eléctrico con plantas motogeneradoras diesel, implica el traslado de combustible por avión permanentemente, lo cual elevaría considerablemente los costos de los insumos.

Por otra parte, una opción como la construcción de líneas no es factible de implementar por su lejanía con relación al sistema de transmisión existente (Sistema Sureste), lo cual conllevaría a la erogación de grandes cantidades de dinero y un fuerte impacto ambiental en la zona, además de existir prohibiciones regulatorias por estar ubicadas en áreas bajo régimen de administración especial (ABRAE).

En vista de lo descrito, la opción hidroeléctrica fue la única considerada como solución para este grupo de comunidades. Los costos de inversión de esta opción, incluyen la realización de mejoras (rehabilitación) a las MCH existentes y la instalación de plantas motogeneradoras diesel para suplir las necesidades de generación una vez superada la capacidad instalada de la MCH y para sustituir la generación de la MCH en el período de estiaje.

INVERSIÓN EN MEJORAS MCH

MCH	Inversión en mejoras de MCH (MMBs.)	Principales Mejoras Identificadas
Kamarata (60 kW)	814	* Control de escorrentías, sedimentación y arreglo de fugas mediante gaviones * Impermeabilización del canal * Mantenimiento general, instalación de nuevas Compuertas e impermeabilización de cámara de compensación * Construcción de pozo y tubo de aspiración * Ampliación y mejoras del sistema de distribución * Construcción de caseta para generación de respaldo.
Wonken (58 kW)	506	* Reparación de filtraciones * Montaje y ampliación de la 2da etapa de la MCH (58 kW adicionales) * Ampliación y mejoras de los sistemas de distribución y transmisión * Sistema de recolección de aceites.
Cuao (30 kW)	558	* Culminación de excavación del embalse * Rediseño del sistema turbo generador * Adecuación y mejoras en casa de máquinas * Adecuación de los sistemas de transmisión y distribución * Construcción de caseta.
Canaima (800 kW)	424	* Sincronización de unidades (incorporación de 400 kW), adecuación de sistemas de potencia y control * Reparación y adecuación de casa de máquinas * Puestas a tierra de centros de distribución * Mantenimiento a postes y herraje * Sistema de recolección de aceites.

Nota: Incluye Ingeniería e Inspección y costos de transporte

INVERSIÓN PLANTAS MOTOGENERADORAS DIESEL ASOCIADAS A OPCIÓN HIDRO

MCH	Inversión en unidades diesel durante período de evaluación (MMBs.)	Inicio de operación
Kamarata	529	* A partir del 1er año de la evaluación unidades diesel destinadas a generar en periodo de bajo caudal * A partir del año 8, unidades diesel destinadas a suplir necesidades adicionales de generación.
Wonken	120	* A partir del 1er año de la evaluación unidades diesel de respaldo (no existe bajo caudal) * A partir del año 8, unidades diesel destinadas a suplir necesidades adicionales de generación.
Cuao	144	* A partir del 1er año de la evaluación unidades diesel destinadas a generar en periodo de bajo caudal * a partir del año 16, unidades diesel destinadas a suplir necesidades adicionales de generación.
Canaima	1.024	* A partir del 1er año de la evaluación unidades diesel de respaldo (no existe bajo caudal) * A partir del año 25, unidades diesel destinadas a suplir necesidades adicionales de generación.

Los costos totales de inversión para la opción hidroeléctrica en las comunidades del Grupo 1, alcanzan un valor de Bs. 4.119 millones, de los cuales Bs. 1.343 millones corresponden a Kamarata, Bs.626 millones a Wonken, Bs. 702 millones a Cuao y Bs. 1.448 millones a Canaima.

Tanto las microcentrales hidroeléctricas como las plantas motogeneradoras diesel tienen asociados costos de operación y mantenimiento (O&M). En el caso de las MCH, los costos anuales de O&M son los indicados a continuación:

COSTOS ANUALES DE O&M DE LAS MCH

MCH	Costos en MMBs.
Kamarata	76
Wonken	56
Cuao	43
Canaima	231

Los costos anuales de O&M correspondientes a la plantas motogeneradoras diesel varían año tras año e incluyen: el costo del operador, un porcentaje de la inversión como costo de mantenimiento (30% en promedio) y el costo del combustible asociado a la generación de la planta.

Opciones de suministro eléctrico a las comunidades del Grupo 2

Debido a la cercanía de estas comunidades al eje carretero Troncal 10, se identifican ventajas competitivas, tales como: facilidad para transportar insumos y posibilidad de aprovechamiento de líneas de transmisión existentes en el eje. En este sentido, desde el punto de vista económico se plantean las siguientes opciones a evaluar:

- Hidroeléctrica.
- Plantas Motogeneradoras Diesel.
- Sistema de Distribución (Líneas de Alimentación).

Opción hidroeléctrica:

Los costos de inversión de esta opción incluyen la realización de mejoras (rehabilitación) a las MCH existentes y la instalación plantas motogeneradoras diesel que servirán para suplir las necesidades adicionales de generación una vez superada la capacidad instalada de la MCH y para sustituir la generación de la MCH en el período de estiaje.

INVERSIÓN EN MEJORAS MCH

MCH	Inversión en mejoras de la MCH (MMBs.)	Principales Mejoras Identificadas
Kavanayen (110 kW)	1.650	* Aumento de capacidad y elevación del muro del embalse * Reparación del canal de aducción * Cambio del sistema turbo generador (125 kW) * Puesta a tierra de componentes eléctricos del sistema de generación y de los centros de distribución * Vialidad y acceso * Mantenimiento y adecuación del sistema de distribución.
La Ciudadela (120 kW)	1.950	* Control de filtraciones * Control de erosión regresiva * Puesta a tierra * Vialidad de acceso * Construcción de caseta CO Luepa.
Arautamerú (150 kW)	1.080	* Reparación de compuerta del embalse * Aumento de capacidad (50 kW) * Sistemas auxiliares y puesta a tierra de componentes eléctricos del sistema de generación * Construcción de techo * Mantenimiento de estructura de casa de máquinas * Puesta a tierra en centros de distribución * Mantenimiento de tendido y cambio de sistema de distribución * Control de sedimentación en canal de aducción.

INVERSIÓN PLANTAS MOTOGENERADORAS DIESEL ASOCIADAS A OPCIÓN HIDRO

MCH	Inversión en unidades diesel durante período de evaluación (MMBs.)	Inicio de operación
Kavanayen	1.818	* A partir del 1er año de la evaluación, unidades diesel destinadas a generar en periodo de bajo caudal * a partir del año 2, unidades diesel destinadas a suplir necesidades adicionales de generación.
La Ciudadela	1.326	* A partir del 1er año de la evaluación, unidades diesel destinadas a generar en periodo de bajo caudal * a partir del año 2, unidades diesel destinadas a suplir necesidades adicionales de generación.
Arautamerú	907	* A partir del 1er año de la evaluación, unidades diesel destinadas a generar en periodo de bajo caudal * a partir del año 12, unidades diesel destinadas a suplir necesidades adicionales de generación.

Los costos de inversión para la opción hidroeléctrica en las comunidades del Grupo 2, alcanzan un valor de Bs. 8.731 millones, de los cuales Bs. 3.468 millones corresponden a Kavanayen, Bs. 3.276 millones a La Ciudadela, Bs. 1.987 millones a Arautamerú.

Los costos de operación y mantenimiento (O&M) de las microcentrales son los siguientes.

COSTOS ANUALES DE O&M DE LAS MCH

MCH	Costos en MMBs.
Kavanayen	48
La Ciudadela	54
Arautamerú	48

Por otra parte, los costos anuales de O&M de las plantas motogeneradoras diesel consideran: el costo del operador, un porcentaje de la inversión como costo de mantenimiento (30% en promedio) y el costo del combustible asociado a la generación de la planta.

Opción plantas motogeneradoras diesel:

Para esta opción, los costos de inversión incluyen la instalación de unidades diesel destinadas a suplir de forma permanente la demanda de energía eléctrica (diesel principal) y la instalación de unidades diesel adicionales destinadas a cubrir el 50% de la demanda en períodos de mantenimientos programados y salidas forzadas (diesel de respaldo). Estos costos incluyen la obra civil asociada.

INVERSION EN INSTALACIÓN DE PLANTAS MOTOGENERADORAS DIESEL

MCH	Inversión en instalación de unidades diesel durante periodo de evaluación (MMBs.)
Kavanayen	3.640
La Ciudadela	2.960
Arautameru	3.460

En lo que se refiere a los costos anuales de operación y mantenimiento, los asociados a la planta diesel principal se determinan con base en un porcentaje de la inversión (30% en promedio), mientras que los costos de operación y mantenimiento asociados a la planta diesel de respaldo se determinan de acuerdo a un porcentaje de la inversión mucho más bajo (4% de la inversión), debido a que se asume como premisa que las horas de operación anuales de este tipo de plantas es aproximadamente el 10% de las horas de operación de la planta diesel principal.

Por otra parte, el costo de combustible representa un elemento importante en la estructura de costos, el cual depende del tiempo de operación para la generación de energía y de la eficiencia de la planta. El precio del combustible utilizado en la evaluación estará vinculado a un valor internacional de largo plazo, establecido en las premisas generales y que esta en el orden de los 219 Bs/Lt para el primer año, considerando una tasa de crecimiento interanual de 5% a lo largo de todo el periodo.

Opción sistemas de distribución:

Con esta opción se evalúa la posibilidad de suministrar energía eléctrica a través de líneas en 34,5 KV y 13,8 KV, derivadas del Sistema Eléctrico Sureste. En los casos de las comunidades que reciben energía de la MCH Kavanayen y La Ciudadela, el sistema se alimentará desde la Subestación Las Claritas y en el caso de Arautamerú desde la Subestación Santa Elena.

La siguiente tabla muestra la estimación de los costos asumiendo la inversión asociada a líneas y equipos en forma independiente para cada comunidad.

INVERSION EN LINEAS DE DISTRIBUCION

Componentes	Inversión (MM Bs.)					
	Comunidad atendida por MCH Kavanayen		Comunidad atendida por MCH La Ciudadela		Comunidad atendida por MCH Arautamerú	
	34,5 kV	13,8 kV	34,5 kV	13,8 kV	34,5 kV	13,8 kV
Celda S/E las Claritas	495	245	495	245	-	-
Celda S/E Santa Elena	-	-	-	-	495	245
Celdas	495	245	495	245	495	245
Transformadores monofásicos	15	15	15	15	15	15
Línea de Transmisión	9.890	4.300	3.956	1.720	5.934	2.580
TOTAL	10.894	4.805	4.960	2.225	6.939	3.085

Nota: Se asume como punto de referencia para los kilómetros de línea instalados, la ubicación de la comunidad servida y no la ubicación de la MCH

Considerando que las comunidades servidas por las MCH Kavanayén y La Ciudadela, serán alimentadas desde la Subestación Las Claritas, se aprovechará las economías de escala y serán compartidos el costo del equipamiento común y el de un tramo de línea (40 km).

En este sentido, los costos de inversión para esta opción son los indicados a continuación:

Componentes	Inversión (MM Bs.)					
	Comunidad atendida por MCH Kavanayen		Comunidad atendida por MCH La Ciudadela		Comunidad atendida por MCH Arautamerú	
	34,5 kV	13,8 kV	34,5 kV	13,8 kV	34,5 kV	13,8 kV
Celdas S/E las Claritas	247	123	247	123	-	-
Celdas	495	245	495	245	989	490
Transformadores monofásicos	15	15	15	15	15	15
Línea de Transmisión	5.934	2.580	3.956	1.720	5.934	2.580
TOTAL	6.690	2.962	4.712	2.102	6.938	3.085

Nota: Se asume como punto de referencia para los kilómetros de línea instalados la ubicación de la comunidad servida y no la ubicación de la MCH

Para esta opción, el principal costo de inversión es la construcción de la línea de alimentación, el cual representa más del 80% del costo total. Se supone como costo de operación y mantenimiento anual el 3% del costo de inversión.

14.2.2. Resultados de la evaluación económica

La evaluación económica para las comunidades del Grupo 1 permitió cuantificar el monto de las inversiones requeridas para garantizar el suministro confiable durante un período de 30 años. El valor presente de los costos para cada uno de los casos es el siguiente: (Para detalle ver anexo Nro. 7)

Comunidades atendidas por MCH	HIDROELÉCTRICA	
	VP de los Costos (MMBs)	Costo Unitario de Generación (Bs/kWh)
KAMARATA	1.764	816
WONKEN	978	520
CUAO	956	1.341
CANAIMA	2.998	178

Los resultados no son comparables entre si, simplemente representan una cuantificación de las inversiones y costos de operación y mantenimiento para la opción hidroeléctrica durante el período de evaluación.

Los resultados de la evaluación económica para las comunidades del Grupo 2 se muestran a continuación:

Comunidades atendidas por MCH	HIDROELÉCTRICA		PLANTAS MOTOGENERADORAS DIESEL		SISTEMA DE TRANSMISIÓN 34,5 kV		SISTEMA DE TRANSMISIÓN 13,8 kV	
	VP de los Costos (MMBs)	Costo unitario (Bs/kWh)	VP de los Costos (MMBs)	Costo unitario (Bs/kWh)	VP de los Costos (MMBs)	Costo unitario (Bs/kWh)	VP de los Costos (MMBs)	Costo unitario (Bs/kWh)
KAVANAYEN	3.574	435	3.970	483	12.090	1.472	5.303	646
LA CIUDELA	3.244	483	3.328	496	5.504	820	2.469	368
ARAUTAMERÚ	2.351	301	3.874	496	7.700	986	3.424	438

Desde el punto de vista económico, la opción hidroeléctrica es la mejor opción de suministro para las comunidades atendidas por las MCH Kavanayén y Araftamerú, mientras que la opción Sistema de Distribución a 13,8 kV representa la mejor alternativa para las comunidades atendidas por la MCH La Ciudadela. Sin embargo, esta solución considera atender una demanda equivalente a la asumida para la opción hidroeléctrica y las plantas motogeneradoras diesel y desde el punto de vista de planificación, no es conveniente diseñar este tipo de sistemas sin considerar la posibilidad de alimentar cargas que puedan conectarse con el paso de la línea; es por ello que a pesar de generar resultados competitivos con respecto a las otras opciones no es la mejor alternativa.

En contraposición, el Sistema de Distribución a 34,5 kV, a pesar de ser la opción económicamente más costosa, se convierte en la más favorable considerando que su diseño podría cubrir aumentos considerables de carga en el largo plazo soportando un crecimiento de la demanda en la zona.

Bajo estas consideraciones, a continuación se muestra una tabla donde se comparan las opciones con respecto a la de menor costo:

Comunidades atendidas por MCH	HIDROELÉCTRICA	PLANTAS MOTOGENERADORAS DIESEL	SISTEMA DE TRANSMISIÓN 34,5 kV	SISTEMA DE TRANSMISIÓN 13,8 kV
	Variación del VP de los Costos (%)	Variación del VP de los Costos (%)	Variación del VP de los Costos (%)	Variación del VP de los Costos (%)
KAVANAYEN	0	11	238	48
LA CIUDEDELA	31	35	123	0
ARAUTAMERÚ	0	65	228	46

15. CONCLUSIONES

El resultado de la evaluación muestra que para las comunidades de **Cuao, Kamarata, Wonken y Canaima**, ubicadas muy distantes de los centros urbanos, alejadas de cualquier sistema de transmisión y en áreas protegidas (ABRAE), existen limitaciones regulatorias que impiden considerar la opción de **Sistemas de Distribución**. Adicionalmente, el traslado de materiales y combustibles a estas comunidades elevan los costos de instalación y operación de **Plantas Motogeneradoras Diesel**. Se plantea entonces como única opción factible para el suministro confiable de energía eléctrica, la **Rehabilitación de las Microcentrales** existentes en dichas comunidades

En cuanto a la comunidad de **Kamarata**, es necesario generar la discusión sobre cual es la mejor opción para atender el crecimiento de la demanda, tomando en cuenta la posibilidad de incremento de generación hidroeléctrica desde otro salto cercano (Kavac) o la instalación de plantas diesel adicionales.

El Centro de Operaciones de CVG EDELCA, INPARQUES y el Batallón “Mariano Montilla”, atendidos desde la MCH **La Ciudadela**, tienen como primera opción el **Sistema de Distribución en 13,8 kV**. Sin embargo, no están considerados los costos asociados al impacto ambiental.

Las comunidades de **San Francisco y San Ignacio de Yuruaní**, atendidas desde la MCH **Arautamerú**, tienen como primera opción de suministro eléctrico, la **rehabilitación** de dicha microcentral.

En cuanto a la comunidad de **Kavanayen**, se tiene como primera opción de solución al problema de suministro eléctrico la opción **Hidroeléctrica**. Sin embargo, es necesario generar la discusión sobre cual es la mejor opción para

atender el crecimiento de la demanda, tomando en cuenta la solución combinada que puede originarse al instalar una línea de distribución hasta **La Ciudadela**, la posibilidad de incremento de generación hidroeléctrica desde el salto Karuay o la instalación de plantas diesel adicionales.

Finalmente, es necesario generar la discusión que permita evaluar las implicaciones ambientales y económicas vinculadas a la desincorporación de Microcentrales Hidroeléctricas y la instalación de Sistemas de Distribución, al igual que resulta conveniente generar la discusión acerca de los resultados obtenidos en la opción del Sistema de Distribución a 34,5 kV, ya que ésta constituye, desde el punto de vista de una planificación de largo plazo, la opción más robusta que soportaría el crecimiento de la demanda más allá del período de evaluación considerado en este estudio, con su consecuente impacto sobre el desarrollo económico de la zona.

16. REFERENCIAS

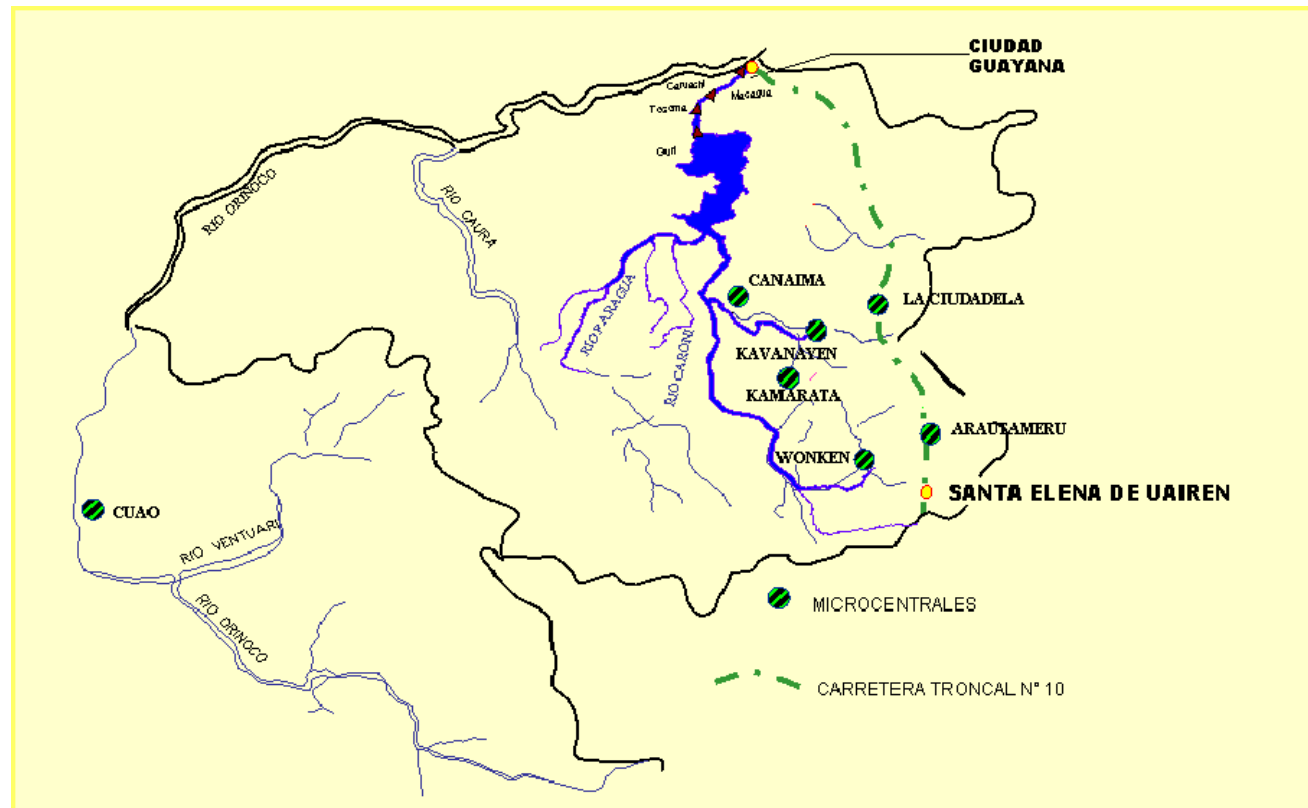
- Mata, Miguel. MINICENTRALES HIDROELÉCTRICAS Una Nueva Óptica Energética. CVG Edelca.
- Muguerza, Daniel. Microcentrales Hidroeléctricas.
- www.eby.gov.py
- www.thales.cica.es

ANEXOS

ANEXO Nro. 1

MICROCENTRALES EN OPERACIÓN

Microcentrales en Operación



ANEXO Nro. 2

DESCRIPCIÓN DE PARÁMETROS A CUMPLIR PARA EL SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA A LAS COMUNIDADES DE LA CUENCA DEL RÍO CARONÍ

PARÁMETROS A CUMPLIR PARA EL SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA
A LAS COMUNIDADES DE LA CUENCA DEL RÍO CARONÍ

Parámetros	Descripción
Calidad	- Disponibilidad de los sistemas turbogeneradores hidroeléctricos según las condiciones particulares de operación de cada microcentral (época de lluvia/verano). - Niveles aceptables de tensión y frecuencia ($\pm 5\%$).
Costo	Soluciones acotadas dentro del umbral de inversión obtenido en función del análisis de Costo-Beneficio. (No está planteada la opción de no hacer nada).
Tiempo	- Implementación de soluciones técnicas en función de la demanda actual y su crecimiento futuro. Se da prioridad en el tiempo de ejecución de las soluciones a las microcentrales cuya capacidad ha sido superada. - Extensión de la vida útil de las microcentrales en 20 años más
Conservación y Ambiente	Mínima afectación del ambiente y uso adecuado del recurso hídrico

ANEXO Nro. 3

ESTIMACIÓN PRELIMINAR DE DEMANDA

ESTIMACION PRELIMINAR DE DEMANDAS

	Consumo Mensual Promedio (kWh/Mes)	Kamarata			Consumo Kamarata (kWh-Mes)	Kavanayen			Consumo Kavanayen (kWh-Mes)	Cuao			Consumo Cuao (kWh-Mes)	Canaima			Consumo Canaima (kWh-Mes)
Viviendas	88,80	140			12.432,00	177			15.717,60	36			3.196,80	204			18.115,20
Comercios (Bodegas)	238,05	6			1.428,30				0,00	3			714,15				0,00
Comedor Comunitario	619,92				0,00				0,00	1			619,92				0,00
Ambulatorios	99,48	1			99,48	1			99,48	1			99,48	1			99,48
Escuelas: Módulo típico	38,16				0,00				0,00				0,00				0,00
Preescolar	61,56	1			61,56				0,00	1			61,56	1			61,56
Básica	207,36	1			207,36				0,00	1			207,36	1			207,36
Diversificada	149,76	1			149,76				0,00				0,00				0,00
Técnica	395,28				0,00	1			395,28				0,00				0,00
Operadoras Turísticas (oficinas)	126,30				0,00				0,00				0,00				0,00
Iglesias	33,60	0			0,00				0,00	1			33,60	1,00			33,60
Infocentro	550,80				0,00	1			550,80				0,00				0,00
Hoteles y Posadas		N° Hotel	N° Posada	Total Hab.		N° Hotel	N° Posada	Total Hab.		N° Hotel	N° Posada	Total Hab.		N° Hotel	N° Posada	Total Hab.	
Número de Habitaciones		0	0	0	0,00	0	3	24	16.074,14	0	0	0	0,00	2	8	104	69.654,62
Consumo Promedio para 1 Hab. Habitación Tipo	669,76 36,30																
Oficinas	197,04																
Cocina / Comedor	369,12																
Servicios	67,30																
Centro de operaciones Se asume 20.000 kWh /mes	20.000,00				0,00	1			20.000,00				0,00	1			20.000,00
Inparques	123,75				0,00	1			123,75				0,00	1,00			123,75
Batallón					0,00				0,00				0,00				0,00
Misión Religiosa	1038,48	1			1.038,48	2			2.076,96	0			0,00				0,00
Consumo de 2 Viviendas	177,60																
Consumo de 1 Comedor	619,92																
Consumo de Esc. Básica	207,36																
Consumo de iglesia	33,60																
Total					15.416,94				55.038,01				4.932,87				108.295,57

ANEXO Nro. 4

COSTO ESTIMADO OPCIÓN PANELES SOLARES

COSTO ESTIMADO OPCIÓN PANELES SOLARES

	<u>Cuao</u>	<u>Kamarata</u>	<u>Kavanayen</u>	<u>Luepa</u>	<u>Canaima</u>	<u>Sn. Francisco y Sn. Ignacio de Yuruaní</u>	<u>Wonken</u>
Capacidad (kW)	30	60	125	120	400	150	58
Costo Estimado (US\$/kW instalado)	360.000	720.000	1.500.000	1.420.000	9.600.000	1.800.000	700.000
Costo Estimado (Millones Bs.)	750	1.500	3.200	3.000	21.000.	3.750	1.500

Tasa de Cambio igual a 2.150 Bs/US\$

Fuente: Techonology, Services & Products, T.S.P., C.A.

ANEXO Nro. 5

INFORMACIÓN PLANTAS DIESEL

Job Number: MAS00008

Engine Investment Analysis
Customer: EDELCA

Engine Investment
Analysis



Prepared
By
Master Account

.....
The information contained in this EIA Analysis is
Caterpillar's best estimate of the Life Cycle Costs under optimum
operating conditions. These costs should be reviewed/adjusted
for specific operating conditions when considering
Guaranteed Maintenance Costs.

EIA 2.03 Reports

Job Number: MAS00008

Engine Investment Analysis
Customer: EDELCA

Analysis Input Data

Customer Name: EDELCA
Model/Application: 3306 PKG ELECTRIC POWER GENERATION

Rated KW: 225 Average KW Needed: 169 75% Load

Currency Scaling Factor 1 to 1

Total Engine Price: \$55,000.00 Lump: \$0.00 Quoted Price: \$55,000.00
Inflation Rate: 0.0000%
Down Payment: \$0.00
Loan Interest Rate: 0.0000%
Months Payment Due: 0
Taxes: \$0.00
Insurance(Yearly): \$0.00
Number of Study Years: 10 Operation Hrs Per Yr: 5760

Fuel to be Used: NO. 2 DIESEL
Oil to be Used: 10W30

Fuel Cost/US Gal: \$0.60000
Oil Cost/US Gal: \$9.90

Fuel Consumption at Average Load
Oil Consumption at Average Load

BSFC: 0.3452 Lb/BHPH 12.6994 US Gal/Hr
BSOC: 0.00080 Lb/BHPH 0.0275 US Gal/Hr

Oil Change Interval: 250 Hours

Sump Size: 7.13 US Gal

Overhaul Interval(s)

Overhaul 1 Hours
Overhaul 2 @ 20000 Hours
Overhaul 3 Hours
Overhaul 4 Hours

Parts Quoted

CA-0519 3306 480 VOLT 60 HZ PGS
CA-0342 GENERATOR 445 FRAME PM
CA-0433 24 VOLT BATTERY SET - DRY
CA-0480 MUFFLER - INDUSTRIAL (M21)
PA-2408 SOLENOID SHUTOFF - ETS 24 V
PP-3442 270 BHP 184 GEN KW WOF 50 HZ
128-5214 BATTERY RACK & CABLES
8L-9859 ELBOW-EXHAUST

CA-0251 FUEL TANK BASE-776 L (200 GA
CA-0412 CIRCUIT BREAKER W/ST 400 AMP
CA-0447 AIR CLEANER - LIGHT DUTY
CA-0591 CHARGING ALTERNATOR 24V 35 A
PA-3599 1724 ELECTRONIC GOVERNOR
111-3794 COOLANT LEVEL SENSOR
141-2858 ELECT. MODULAR CONT. PANEL I

Job Number: MAS00008

Engine Investment Analysis

Customer: EDELCA

Fuel and Oil Cost by Year

Customer Name : EDELCA
Model : 3306 PKG
Operation Hrs Per Yr : 5,760
Number of Engines : 1
Currency Scaling Factor : 1 to 1

	Year 1	Year 2	Year 3	Year 4	Year 5	
Fuel	\$43,889	\$43,889	\$43,889	\$43,889	\$43,889	
Oil Change	\$1,627	\$1,627	\$1,627	\$1,627	\$1,627	
Make Up Oil	\$1,567	\$1,567	\$1,567	\$1,567	\$1,567	
Total	\$47,083	\$47,083	\$47,083	\$47,083	\$47,083	
Total with Yearly Inflation of 0.0000%	\$47,083	\$47,083	\$47,083	\$47,083	\$47,083	

	Year 6	Year 7	Year 8	Year 9	Year 10	Total
Fuel	\$43,889	\$43,889	\$43,889	\$43,889	\$43,889	\$438,89
Oil Change	\$1,627	\$1,627	\$1,627	\$1,627	\$1,627	\$16,26
Make Up Oil	\$1,567	\$1,567	\$1,567	\$1,567	\$1,567	\$15,67
Total	\$47,083	\$47,083	\$47,083	\$47,083	\$47,083	\$470,83
Total with Yearly Inflation of 0.0000%	\$47,083	\$47,083	\$47,083	\$47,083	\$47,083	\$470,83

Job Number: MAS00008

Engine Investment Analysis
Customer: EDELCA

Maintenance Cost by Year

EDELCA		Average Yearly Cost	\$71,440.75
3306 PKG		Average Yearly Inflated Cost	\$71,440.75
		Average Hourly Cost	\$12.40
Operation Hrs Per Yr	5,760	Average Hourly Inflated Cost	\$12.40
Number of Engines	1	Currency Scaling Factor	1 to 1

	Interv	Year 1 \$	Year 2 \$	Year 3 \$	Year 4 \$	Year 5 \$
**** Preventive Maintenance ****						
PM Level @	250	17,488	16,031	17,488	16,031	17,488
PM Level @	500	5,842	5,842	4,868	5,842	5,842
PM Level @	1,000	2,940	2,940	2,940	2,940	1,470
PM Level @	2,000	3,916	3,916	3,916	3,916	3,916
PM Level @	3,000	4,051	8,103	8,103	8,103	8,103
***** Components *****						
Nozzles, Unit Inj, Spark Plugs	2,000	3,228	4,842	4,842	3,228	4,842
Cylinder Heads(s)	10,000	0	5,243	0	0	0
Turbocharger(s)	4,000	2,324	2,324	4,648	462	4,648
Water Pump	4,000	1,473	1,473	2,946	0	2,946
Electric Starter	4,000	1,778	1,778	3,555	0	3,555
Generator, Marine Gear, Clutch	4,000	1,925	1,925	3,850	464	3,850
Governor and/or Magneto	10,000	0	9,901	0	477	0
Oil Cooler	20,000	0	0	0	0	0
Rad., Heat Exch., Exp. Tank	6,000	0	2,426	2,426	0	2,426
Fan Drive	20,000	0	0	0	0	0
Alternator	6,000	0	602	602	588	602
Batteries	9,000	0	1,129	0	636	1,129
Shutoffs	1,000	2,381	2,858	2,858	2,858	2,381
Electronic Engine Control	4,000	486	486	972	482	972
Gages/Sensors	4,000	481	481	961	472	961
***** Overhauls *****						
Overhaul 2	20,000	0	0	0	49,609	0
SUMMARY						
Preventive Maintenance		34,238	36,831	37,315	36,831	36,819
Components		14,076	35,467	27,660	9,667	28,313
Overhauls		0	0	0	49,609	0
TOTAL COST		48,313	72,299	64,976	96,107	65,132
TOTAL w/YRLY INFLATION OF	0.00%	48,313	72,299	64,976	96,107	65,132

Job Number: MAS00008

Engine Investment Analysis

Customer: EDELCA

Maintenance Cost by Year

EDELCA
3306 PKG

Operation Hrs Per Yr
Number of Engines

5,760
1

Average Yearly Cost
Average Yearly Inflated Cost
Average Hourly Cost
Average Hourly Inflated Cost
Currency Scaling Factor

\$71,440.75
\$71,440.75
\$12.40
\$12.40
1 to 1

	Interv	Year 6 \$	Year 7 \$	Year 8 \$	Year 9 \$	Year 10 \$	Total \$
**** Preventive Maintenance ****							
PM Level @	250	16,031	17,488	16,031	17,488	16,031	167,595
PM Level @	500	5,842	4,868	5,842	5,842	5,842	56,472
PM Level @	1,000	2,940	2,940	2,940	2,940	2,940	27,930
PM Level @	2,000	3,916	3,916	3,916	1,958	3,916	37,202
PM Level @	3,000	8,103	8,103	8,103	8,103	8,103	76,975
***** Components *****							
Nozzles, Unit Inj, Spark Plugs	2,000	4,842	3,228	4,842	3,228	4,842	41,965
Cylinder Heads(s)	10,000	5,243	0	0	5,243	0	15,725
Turbocharger(s)	4,000	2,324	2,786	2,324	2,324	4,648	28,812
Water Pump	4,000	1,473	1,473	1,473	1,473	2,946	17,675
Electric Starter	4,000	1,778	1,778	1,778	1,778	3,555	21,331
Generator, Marine Gear, Clutch	4,000	1,925	2,389	1,925	1,925	3,850	24,030
Governor and/or Magneto	10,000	9,901	477	0	9,901	0	30,658
Oil Cooler	20,000	0	0	0	0	0	0
Rad., Heat Exch., Exp. Tank	6,000	2,426	2,426	0	2,426	2,426	16,983
Fan Drive	20,000	0	0	0	0	0	0
Alternator	6,000	602	602	588	602	602	5,393
Batteries	9,000	0	636	1,129	0	1,129	5,788
Shutoffs	1,000	2,858	2,858	2,858	2,381	2,858	27,147
Electronic Engine Control	4,000	486	968	486	486	972	6,793
Gages/Sensors	4,000	481	953	481	481	961	6,711
***** Overhauls *****							
Overhaul 2	20,000	0	49,609	0	0	0	99,217
SUMMARY							
Preventive Maintenance		36,831	37,315	36,831	36,331	36,831	366,175
Components		34,339	20,573	17,883	32,248	28,789	249,015
Overhauls		0	49,609	0	0	0	99,217
TOTAL COST		71,170	107,497	54,714	68,579	65,621	714,407
TOTAL w/YRLY INFLATION OF	0.00%	71,170	107,497	54,714	68,579	65,621	714,407

Job Number: MAS00008

Engine Investment Analysis

Customer: EDELCA

Total Labor Hours

EDELCA		Yearly Average Labor Hours	109.50
3306 PKG		Currency Scaling Factor	1 to 1
Operation Hrs Per Yr	5,760	Total Labor Cost	\$21,900
Number of Engines	1	Total Cost with Inflation	\$21,900

	Interv	Year 1	Year 2	Year 3	Year 4	Year 5
**** Preventive Maintenance ****						
Servicemen for PM's - 1						
PM Level @	250	26.4	24.2	26.4	24.2	26.4
PM Level @	500	9.6	9.6	8.0	9.6	9.6
PM Level @	1,000	5.0	5.0	5.0	5.0	2.5
PM Level @	2,000	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8
PM Level @	3,000	7.7	15.4	15.4	15.4	15.4
***** Components *****						
Servicemen for CP's - 1						
Nozzles, Unit Inj, Spark Plugs	2,000	2.6	3.9	3.9	2.6	3.9
Cylinder Heads(s)	10,000	0.0	9.8	0.0	0.0	0.0
Turbocharger(s)	4,000	3.5	3.5	7.0	0.1	7.0
Water Pump	4,000	2.9	2.9	5.8	0.0	5.8
Electric Starter	4,000	1.1	1.1	2.2	0.0	2.2
Generator, Marine Gear, Clutch	4,000	3.2	3.2	6.4	0.2	6.4
Governor and/or Magneto	10,000	0.0	19.9	0.0	0.8	0.0
Oil Cooler	20,000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Rad., Heat Exch., Exp. Tank	6,000	0.0	4.2	4.2	0.0	4.2
Fan Drive	20,000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Alternator	6,000	0.0	0.8	0.8	0.1	0.8
Batteries	9,000	0.0	1.1	0.0	0.1	1.1
Shutoffs	1,000	1.0	1.2	1.2	1.2	1.0
Electronic Engine Control	4,000	0.4	0.4	0.8	0.2	0.8
Gages/Sensors	4,000	0.6	0.6	1.2	0.4	1.2
***** Overhauls *****						
Servicemen for OH's - 3						
Overhaul 2	20,000	0.0	0.0	0.0	81.7	0.0
SUMMARY						
Preventive Maintenance		56.5	62.0	62.6	62.0	61.7
Components		15.3	52.6	33.5	5.7	34.4
Overhauls		0.0	0.0	0.0	81.7	0.0
TOTAL LABOR HOURS		71.8	114.6	96.1	149.4	96.1
ENGINE HOURS AVAILABLE*		8,688.2	8,645.4	8,663.9	8,665.1	8,663.9
ENGINE AVAILABILITY*		99.2%	98.7%	98.9%	98.9%	98.9%

* Based upon 8760 hours

Job Number: MAS00008

Engine Investment Analysis
Customer: EDELCA

Total Labor Hours

EDELCA	Yearly Average Labor Hours	109.50
3306 PKG	Currency Scaling Factor	1 to 1
Operation Hrs Per Yr	5,760	Total Labor Cost
Number of Engines	1	Total Cost with Inflation
		\$21,900
		\$21,900

	Interv	Year 6	Year 7	Year 8	Year 9	Year 10	Total
**** Preventive Maintenance ****							
Servicemen for PM's - 1							
PM Level @	250	24.2	26.4	24.2	26.4	24.2	253.0
PM Level @	500	9.6	8.0	9.6	9.6	9.6	92.8
PM Level @	1,000	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	47.5
PM Level @	2,000	7.8	7.8	7.8	3.9	7.8	74.1
PM Level @	3,000	15.4	15.4	15.4	15.4	15.4	146.3
***** Components *****							
Servicemen for CP's - 1							
Nozzles, Unit Inj, Spark Plugs	2,000	3.9	2.6	3.9	2.6	3.9	33.8
Cylinder Heads(s)	10,000	9.8	0.0	0.0	9.8	0.0	29.4
Turbocharger(s)	4,000	3.5	3.6	3.5	3.5	7.0	42.2
Water Pump	4,000	2.9	2.9	2.9	2.9	5.8	34.8
Electric Starter	4,000	1.1	1.1	1.1	1.1	2.2	13.2
Generator, Marine Gear, Clutch	4,000	3.2	3.4	3.2	3.2	6.4	38.8
Governor and/or Magneto	10,000	19.9	0.8	0.0	19.9	0.0	61.3
Oil Cooler	20,000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Rad., Heat Exch., Exp. Tank	6,000	4.2	4.2	0.0	4.2	4.2	29.4
Fan Drive	20,000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Alternator	6,000	0.8	0.8	0.1	0.8	0.8	5.8
Batteries	9,000	0.0	0.1	1.1	0.0	1.1	4.6
Shutoffs	1,000	1.2	1.2	1.2	1.0	1.2	11.4
Electronic Engine Control	4,000	0.4	0.6	0.4	0.4	0.8	5.2
Gages/Sensors	4,000	0.6	1.0	0.6	0.6	1.2	8.0
***** Overhauls *****							
Servicemen for OH's - 3							
Overhaul 2	20,000	0.0	81.7	0.0	0.0	0.0	163.4
SUMMARY							
Preventive Maintenance		62.0	62.6	62.0	60.3	62.0	613.7
Components		51.5	22.3	18.0	50.0	34.6	317.9
Overhauls		0.0	81.7	0.0	0.0	0.0	163.4
TOTAL LABOR HOURS		113.5	166.6	80.0	110.3	96.6	1,095.0
ENGINE HOURS AVAILABLE*		8,646.5	8,647.9	8,680.0	8,649.7	8,663.4	86,613.9
ENGINE AVAILABILITY*		98.7%	98.7%	99.1%	98.7%	98.9%	98.9%

* Based upon 8760 hours

Job Number: MAS00008

Engine Investment Analysis
Customer: EDELCA

Number of PMs; Components and Overhauls Required per Year

Customer Name : EDELCA
Model : 3306 PKG
Operation Hrs Per Yr : 5,760
Number of Engines : 1

	Interv	Year 1	Year 2	Year 3	Year 4	Year 5	Year 6	Year 7	Year 8	Year 9	Year 10	Total
**** Preventive Maintenance ****												
PM Level @ 250		12	11	12	11	12	11	12	11	12	11	115
PM Level @ 500		6	6	5	6	6	6	5	6	6	6	58
PM Level @ 1,000		2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	19
PM Level @ 2,000		2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	19
PM Level @ 3,000		1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	19
***** Components *****												
Nozzles, Unit Inj, Spark Plugs	2,000	2	3	3	2	3	3	2	3	2	3	26
Cylinder Heads(s)	10,000	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	3
Turbocharger(s)	4,000	1	1	2	1	2	1	2	1	1	2	14
Water Pump	4,000	1	1	2	0	2	1	1	1	1	2	12
Electric Starter	4,000	1	1	2	0	2	1	1	1	1	2	12
Generator, Marine Gear, Clutch	4,000	1	1	2	1	2	1	2	1	1	2	14
Governor and/or Magneto	10,000	0	1	0	1	0	1	1	0	1	0	5
Oil Cooler	20,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rad., Heat Exch., Exp. Tank	6,000	0	1	1	0	1	1	1	0	1	1	7
Fan Drive	20,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Alternator	6,000	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9
Batteries	9,000	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1	6
Shutoffs	1,000	5	6	6	6	5	6	6	6	5	6	57
Electronic Engine Control	4,000	1	1	2	1	2	1	2	1	1	2	14
Gages/Sensors	4,000	1	1	2	1	2	1	2	1	1	2	14
***** Overhauls *****												
Overhaul 2	20,000	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	2

ANEXO Nro. 6

PRESENTACIÓN: SUMINISTRO ELÉCTRICO A LAS POBLACIONES DE LA GRAN SABANA



Suministro Eléctrico a las poblaciones de la Gran Sabana

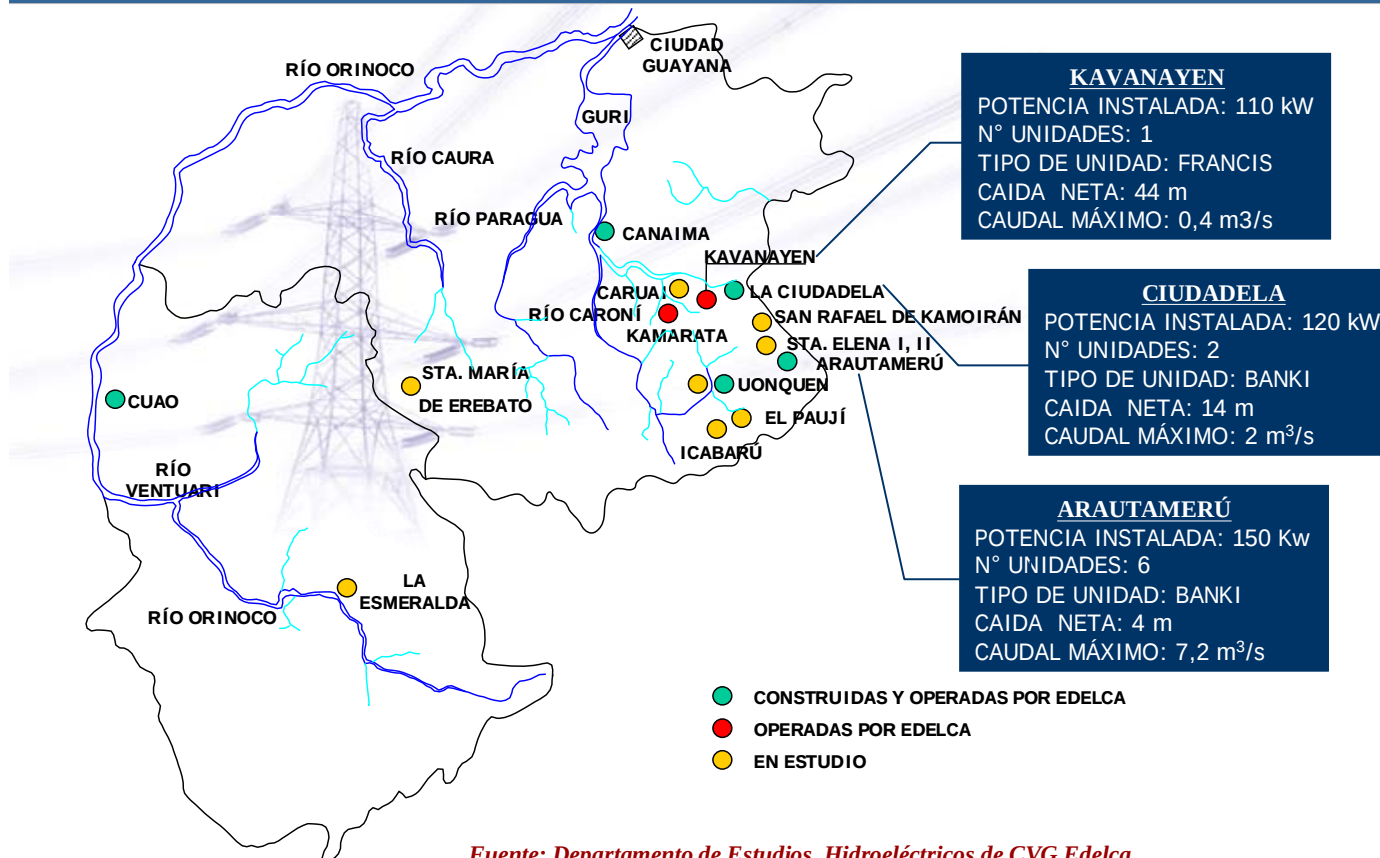
Objetivo General

Evaluar técnica y económicamente las opciones de suministro eléctrico a las poblaciones Kavanayén, Luepa y San Ignacio de Yuruaní mediante la infraestructura de transmisión existente en la zona o a través del uso de generación alternativa local.

Objetivos Específicos

- Estimar demanda actual y futura de los poblados Kavanayén, Luepa y San Ignacio de Yuruaní .
- Identificación de las subestaciones fuentes de suministro y diagnóstico de la capacidad de transformación instalada a nivel de distribución en el Sistema Eléctrico Sudeste.
- Realizar balances de demanda-capacidad de las subestaciones de suministro en el período de estudio.
- Plantear esquemas de conexión de suministro a los poblados desde el sistema de transmisión existente.
- Plantear opciones de suministro eléctrico local con tecnologías convencionales y no convencionales: generación diesel, eólica, paneles solares, microcentrales, biomasa.
- Estimar las inversiones de todas las opciones de suministro.
- Proponer la forma de suministro eléctrico más adecuado desde el punto de vista técnico – económico para estas poblaciones.

Microcentrales en Operación y Proyecto



Fuente: Departamento de Estudios Hidroeléctricos de CVG Edelca

Microcentrales en Operación y Proyecto

MICROCENTRAL	UBICACIÓN	POTENCIA INSTALADA (kw)	Nº DE UNIDADES	TIPO DE TURBINAS	Nº DE HAB. SERVIDOS (HAB.)	AÑO INICIO	ENERGÍA GENERABLE ** (Mwh/AÑO)
ARAUTAMERÚ	YURUANÍ	150	6	BANKI	1200	1988	657
WONKEN ***	MACARUPUEY	20	1	BANKI	500	1984	87,6
WONKEN II	MACARUPUEY	116	2	BANKI	500	2000	508,08
LA CIUDELA	APONGUAO	120	2	BANKI	350	1994	525,6
CANAIMA	CARRAO	800	2	BANKI	1000	1994	3504
CUAO	CUAO	30	2	HÉLICE	250	1990	131,4
LA ESMERALDA	CAVARAJÜRI	200	1	PELTON		*	876
STA. MARÍA DEL EREBATO	FAKÜIRA	60	1	BANKI		*	262,8
IMATACA	CANONOIMA	60	1	PELTON		*	262,8
ICABARÚ	UAIPARÚ	1000	2	FRANCIS	6000	*	4380
KAVANAYEN	APACAIRO	110	1	FRANCIS	700	1957	481,8
KAMARATA	TAPERÉ	60	1	FRANCIS	480	1962	262,8
STA. ELENA DE UAIREN I	YURUANÍ	3600	4	KAPLAN	11000	*	15768
STA. ELENA DE UAIREN II	YURUANÍ	3600	4	KAPLAN	11000	*	15768

* EN ESTUDIO

** SE ESTIMA PARA ESTOS SISTEMAS AISLADOS UN FACTOR DE CARGA DE 0,5

*** ESTA UNIDAD SALE DE OPERACIÓN AL ENTRAR EN SERVICIO LAS DOS DE WONKEN II

Fuente: Departamento de Estudios Hidroeléctricos de CVG Edelca

Población Servida con Microcentrales (Año 2002)

KAVANAYEN	700
KAMARATA	480
UONQUEN	500
ARAUTAMERU	1.200
CUAO	250
CANAIMA	1.000
LA CIUDADELA	350
TOTAL POBLACION	4.480 HABITANTES

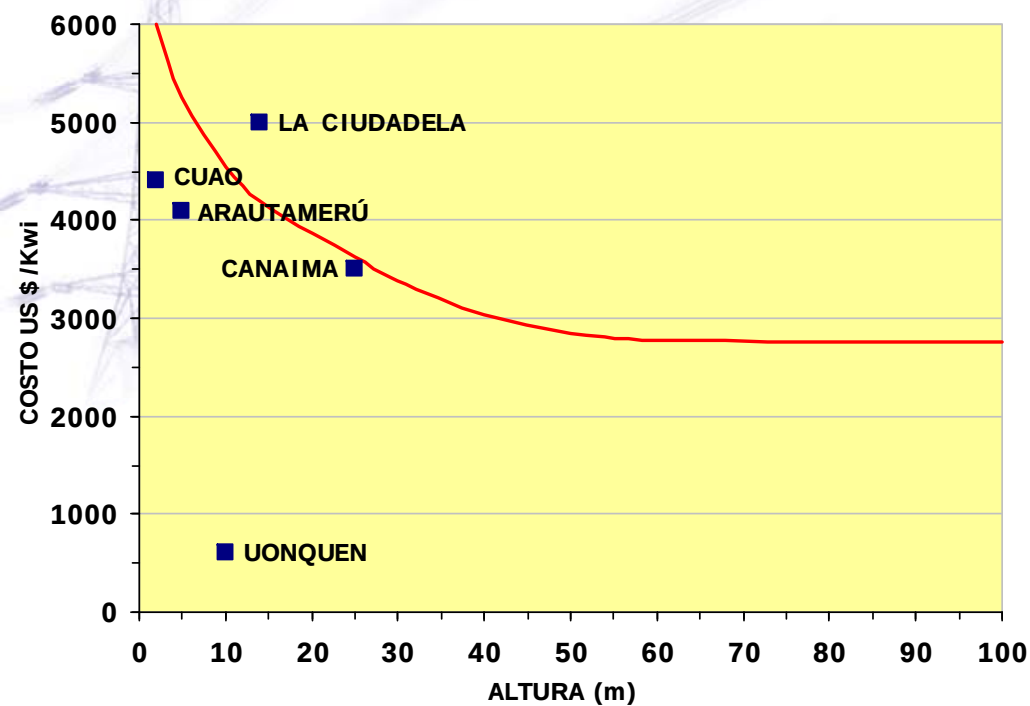
Fuente: Departamento de Estudios Hidroeléctricos de CVG Edelca

Demandas Máximas Atendidas por las Microcentrales

MICROCENTRAL	CAPACIDAD INSTALADA [kW]	DEMANDA MAXIMA 2004 [kW]												PROMEDIO	DEMANDA MAXIMA 2005 [kW]												PROMEDIO
		MESES													MESES												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
CANAIMA	400	229	236	213	241	217	208	205	236	268	245	246	263	234	246	258	249	264	262	253	275	295					263
LA CIUDADELA	120	109	109	154	106	117	96	79	87	115	107	112	113	109	96	117	107	120	101	97	91	96					103
ARAUTAMERU	150	146	134	130		136	137	140		135	138	137	178	141	167	169	144	149	153	156	148	153					155
KAVANAYEN	110	79	69		79	79	79	82	79	66	98	78	82	79	79	80	82	76	83	82	82	69					79
KAMARATA	60						26	34	28	34	34	34	32	32	33	33	0	32	37	33	33	32					33
WONKEN	58	33	44	55	31	48	40	36	37	26	50	46	37	40	35	61	44	44	48	49	40	40					45
CUAO	30	10				13	13	14	13	13	11	13	14	13	15	15	0	13	13	13	15	15					14

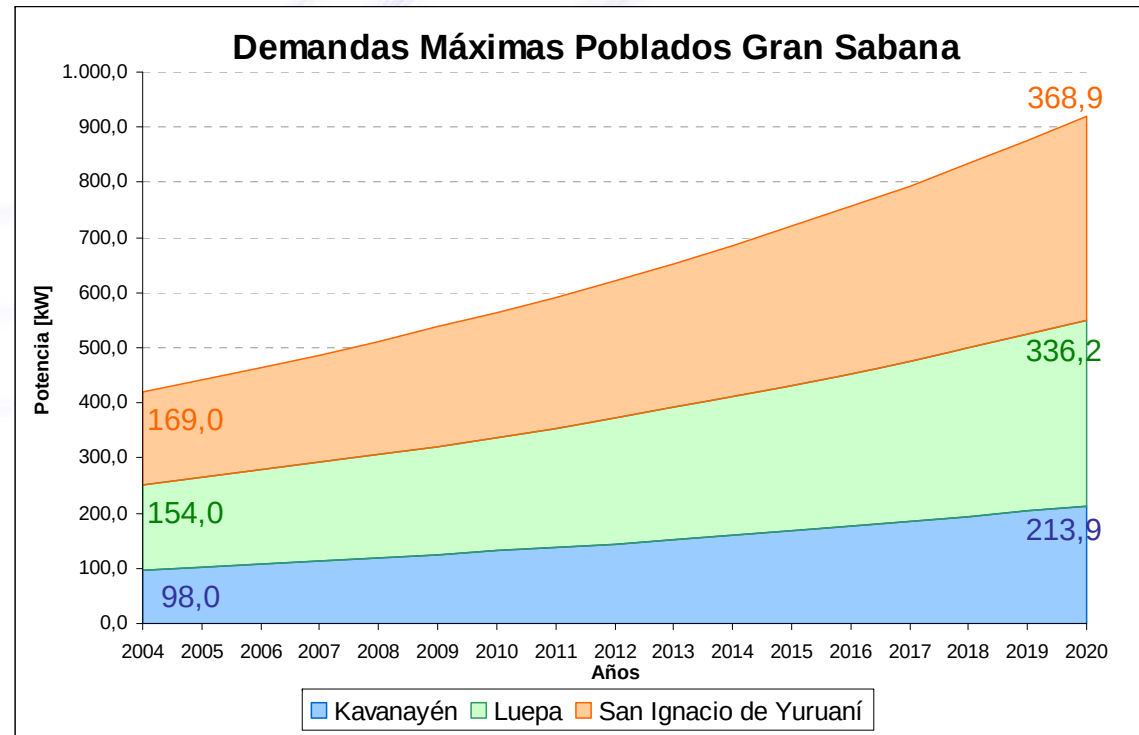
Fuente: Departamento de Proyectos de Microcentrales de CVG Edelca

Costo Promedio (Internacional) de Instalación de Microcentrales Hidroeléctricas en Función de la Altura de Carga



Fuente: Departamento de Estudios Hidroeléctricos de CVG Edelca

Demandas Máximas Poblados Gran Sabana [kW]



Tasa de Crecimiento Interanual del 5%

Tabla de Demandas

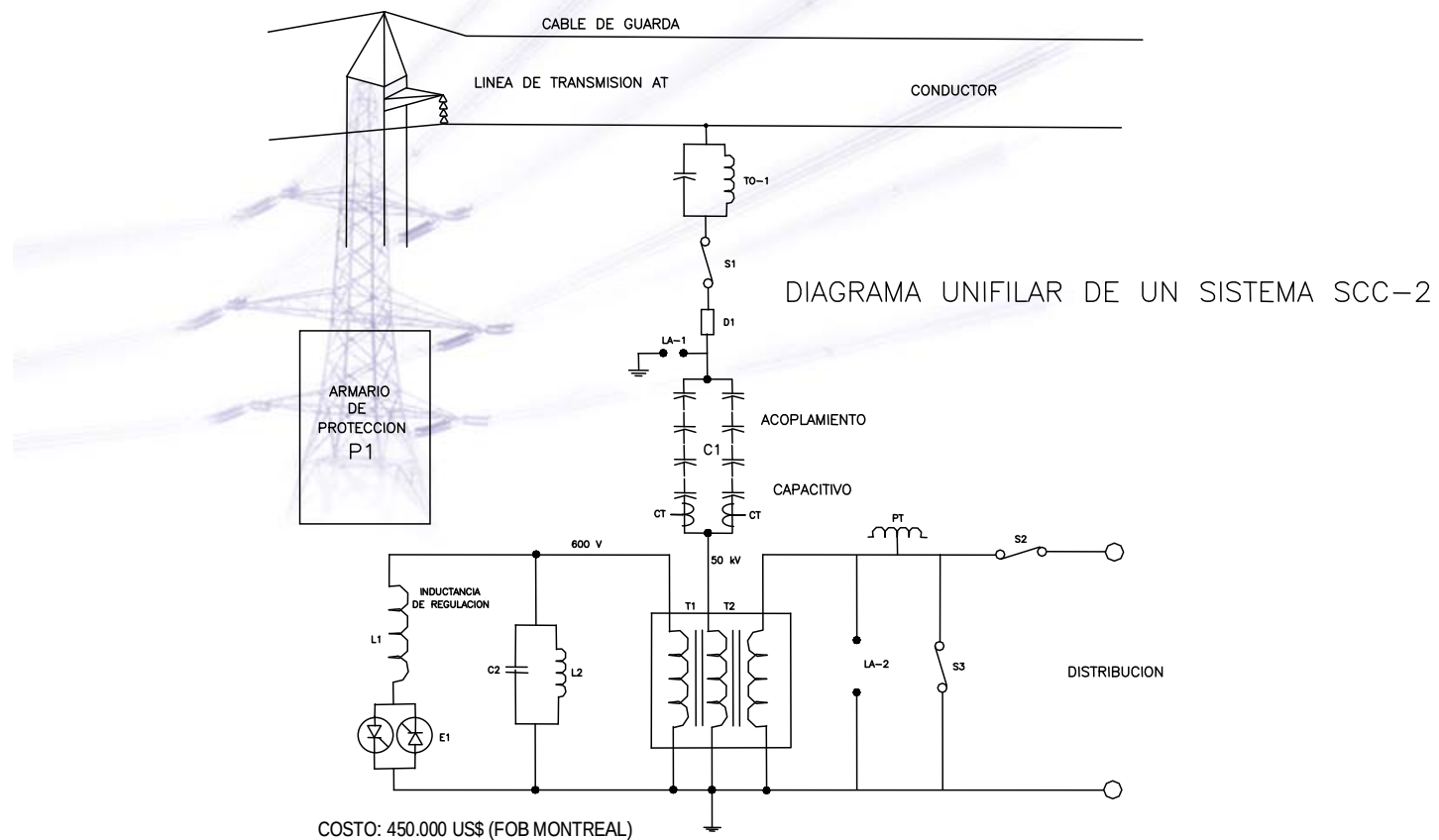
Carga que se Puede Abastecer sin Compensar el Sistema

Tipo de Conductor	Máxima Carga ¹ considerando $\Delta V=5\%$ y $f_p=0,90$		
	Tensión de Operación [kV]	[kVA] @ 100 km	[kVA] @ 60 km
Arvidal 2/0	34,5	1000	1666
Arvidal 4/0		1363	2271
Arvidal 2/0	13,8	160	267
Arvidal 4/0		218	364

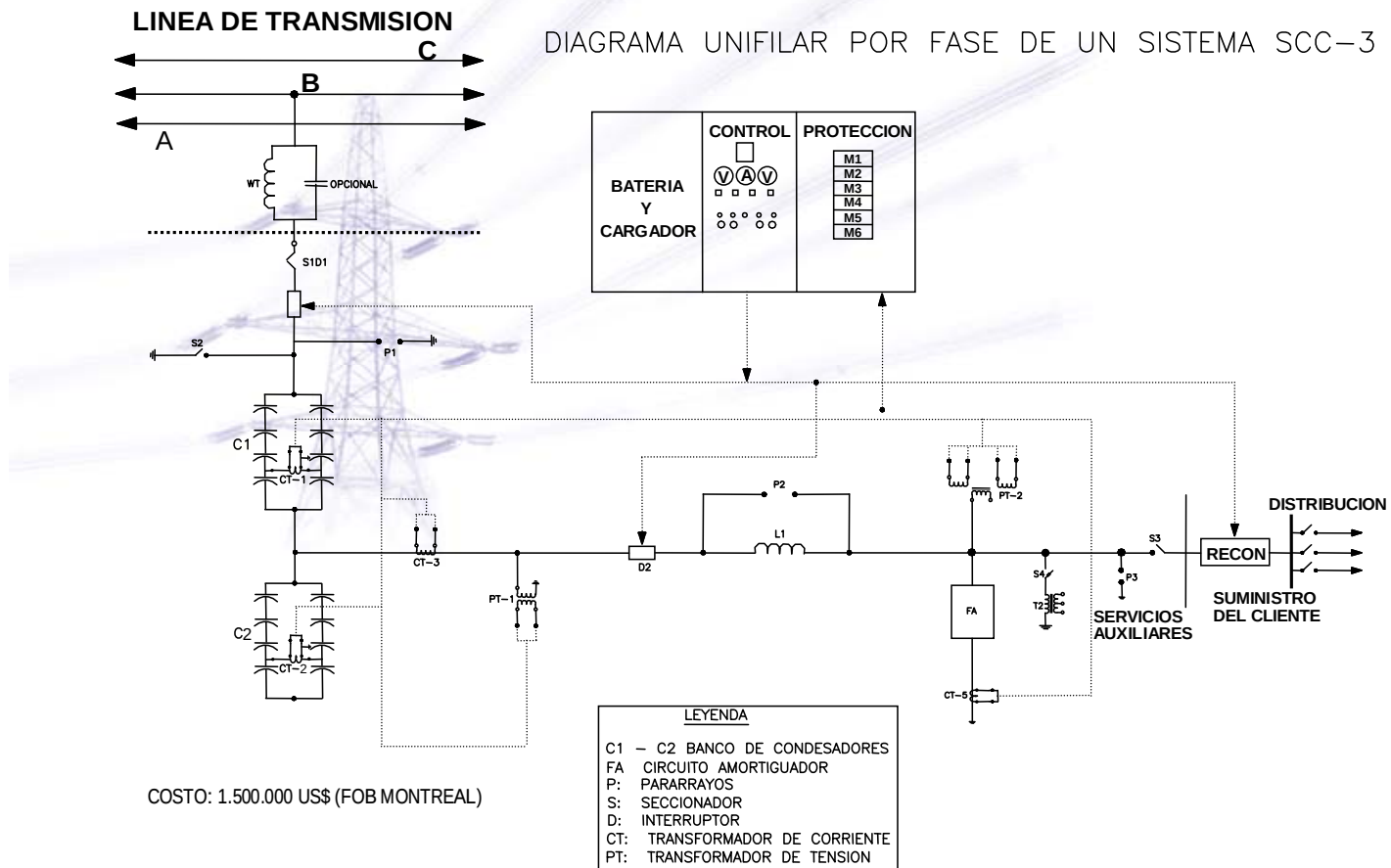
¹Carga concentrada en el extremo del conductor

- Para el suministro a los poblados de interés con las opciones a 34,5 kV no habría problema alguno por caída de tensión.
- En el caso de suministro a 13,8 kV:
 - El sistema de distribución al norte de la Gran Sabana debe ser compensado desde el inicio para cualquier opción de conductor.
 - El sistema de distribución al Sur de la Gran Sabana no requiere ser compensado en caso de utilizar un conductor 4/0 hasta el 2020, pero si lo requiere a partir del 2012 en el caso de utilizar un conductor 2/0.

Opciones de Suministro con Tecnologías No Convencionales



Opciones de Suministro con Tecnologías No Convencionales



Equipamiento e Inversión para el Suministro a 34,5 kV

Poblados al Norte de la Gran Sabana

Subestación o Línea	Equipamiento	Costos Totales US\$
Las Claritas	1 Celda a 34,5 kV	230000,00
Kavanayen	1 Celda a 34,5 kV	230000,00
	3 transformadores monofásicos de distribución de 150 KVA	6750,00
Luepa	1 Celda a 34,5 kV	230000,00
	3 transformadores monofásicos de distribución de 150 KVA	6750,00
Total Subestaciones		703500,00
Línea a 34,5 kV	Línea Las Claritas - Luepa - Kavanayén (100 km)	4600000,00
Total Líneas		4600000,00
Total Inversión		5303500,00

El costo de las líneas representa un 87% de la inversión total.

Poblados al Sur de la Gran Sabana

Subestación o Línea	Equipamiento	Costos Totales US\$
Santa Elena	1 Celda a 34,5 kV	230000,00
San Ignacio de Yuruaní	1 Celda a 34,5 kV	230000,00
	3 transformadores monofásicos de distribución de 150 KVA	6750,00
Total Subestaciones		466750,00
Línea a 34,5 kV	Línea Santa Elena - San Ignacio de Yuruaní (60 km)	2760000,00
Total Líneas		2760000,00
Total Inversión		3226750,00

El costo de la línea representa un 86% de la inversión total.



Equipamiento e Inversión para el Suministro a 13,8 kV

Poblados al Norte de la Gran Sabana

Subestación o Línea	Equipamiento	Costos Totales US\$
Las Claritas	1 Celda a 13,8 kV	114000,00
Kavanayen	1 Celda a 13,8 kV	114000,00
	3 transformadores monofásicos de distribución de 150 KVA	6750,00
Luepa	1 Celda a 13,8 kV	114000,00
	3 transformadores monofásicos de distribución de 150 KVA	6750,00
Total Subestaciones		355500,00
Línea a 13,8 kV	Línea Las Claritas - Luepa - Kavanayén (100 km)	2000000,00
Total Líneas		2000000,00
Total Inversión		2355500,00

El costo de las líneas representa un 85% de la inversión total.

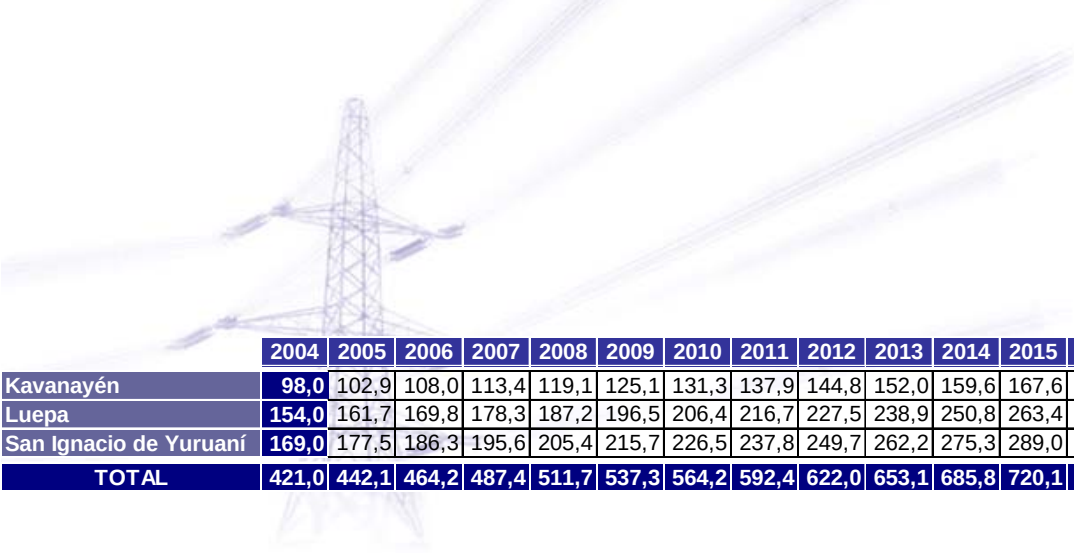
Poblados al Sur de la Gran Sabana

Subestación o Línea	Equipamiento	Costos Totales US\$
Planta	1 Celda a 13,8 kV	114000,00
San Ignacio de Yuruaní	1 Celda a 13,8 kV	114000,00
	3 transformadores monofásicos de distribución de 150 KVA	6750,00
Total Subestaciones		234750,00
Línea a 13,8 kV	Línea Planta - San Ignacio de Yuruaní (60 km)	1200000,00
Total Líneas		1200000,00
Total Inversión		1434750,00

El costo de la línea representa un 84% de la inversión total.



Demandas Máximas Poblados Gran Sabana [kW]



	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Kavanayén	98,0	102,9	108,0	113,4	119,1	125,1	131,3	137,9	144,8	152,0	159,6	167,6	176,0	184,8	194,0	203,7	213,9
Luepa	154,0	161,7	169,8	178,3	187,2	196,5	206,4	216,7	227,5	238,9	250,8	263,4	276,6	290,4	304,9	320,2	336,2
San Ignacio de Yuruaní	169,0	177,5	186,3	195,6	205,4	215,7	226,5	237,8	249,7	262,2	275,3	289,0	303,5	318,7	334,6	351,3	368,9
TOTAL	421,0	442,1	464,2	487,4	511,7	537,3	564,2	592,4	622,0	653,1	685,8	720,1	756,1	793,9	833,6	875,2	919,0

Tasa de Crecimiento Interanual del 5%



ANEXO Nro. 7

FLUJO DE COSTOS DE LAS OPCIONES

Caso Microcentral Wonken
Valores en Bolívares junio 2007

Rehabilitación Microcentral

	Inversión MCH	O y MTTO MCH	Total MCH	Inversión Diesel	MTTO Diesel (Sin combustible)	Combustible	Total Diesel	TOTAL	kWh	Bs/kWh
00	253,000,000	-	253,000,000	37,827,278	-	-	37,827,278	290,827,278	-	
01	253,000,000	27,739,000	280,739,000	-	910,354	1,752,116	2,662,470	283,401,470	158,167	
02	-	55,478,000	55,478,000	-	1,234,900	1,839,504	3,074,404	58,552,404	170,820	
03	-	55,478,000	55,478,000	-	910,354	1,931,249	2,841,603	58,319,603	179,361	
04	-	55,478,000	55,478,000	-	1,234,900	2,027,571	3,262,471	58,740,471	184,742	
05	-	55,478,000	55,478,000	-	1,639,417	2,128,696	3,768,113	59,246,113	190,284	
06	-	55,478,000	55,478,000	-	1,234,900	2,234,865	3,469,765	58,947,765	195,993	
07	-	55,478,000	55,478,000	-	1,386,817	2,346,330	3,733,146	59,211,146	201,872	
08	-	55,478,000	55,478,000	-	2,396,192	2,463,353	4,859,545	60,337,545	207,929	
09	-	55,478,000	55,478,000	-	1,639,417	2,586,213	4,225,631	59,703,631	214,166	
10	-	55,478,000	55,478,000	-	1,234,900	2,715,201	3,950,102	59,428,102	220,591	
11	-	55,478,000	55,478,000	13,385,034	322,125	3,859,304	17,566,463	73,044,463	227,209	
12	-	55,478,000	55,478,000	-	584,683	4,051,788	4,636,470	60,114,470	234,025	
13	-	55,478,000	55,478,000	-	748,696	4,253,872	5,002,568	60,480,568	241,046	
14	-	55,478,000	55,478,000	-	436,965	4,466,034	4,902,999	60,380,999	248,278	
15	-	55,478,000	55,478,000	-	733,044	4,688,779	5,421,822	60,899,822	255,726	
16	-	55,478,000	55,478,000	-	436,965	4,922,632	5,359,597	60,837,597	263,398	
17	-	55,478,000	55,478,000	-	715,742	5,168,150	5,883,892	61,361,892	271,300	
18	-	55,478,000	55,478,000	-	436,965	5,425,912	5,862,877	61,340,877	279,439	
19	-	55,478,000	55,478,000	-	856,658	5,696,531	6,553,189	62,031,189	287,822	
20	-	55,478,000	55,478,000	-	436,965	5,980,646	6,417,611	61,895,611	296,456	
21	-	55,478,000	55,478,000	68,825,065	5,095,766	8,438,360	82,359,191	137,837,191	305,350	
22	-	55,478,000	55,478,000	-	2,246,846	8,859,225	11,106,071	66,584,071	314,511	
23	-	55,478,000	55,478,000	-	2,415,906	9,301,080	11,716,986	67,194,986	323,946	
24	-	55,478,000	55,478,000	-	2,246,846	9,764,974	12,011,820	67,489,820	333,664	
25	-	55,478,000	55,478,000	-	3,849,751	10,252,004	14,101,755	69,579,755	343,674	
26	-	55,478,000	55,478,000	-	2,246,846	10,763,324	13,010,171	68,488,171	353,984	
27	-	55,478,000	55,478,000	-	3,769,267	11,300,147	15,069,415	70,547,415	364,604	
28	-	55,478,000	55,478,000	-	2,246,846	11,863,745	14,110,591	69,588,591	375,542	
29	-	55,478,000	55,478,000	-	2,982,847	12,455,451	15,438,298	70,916,298	386,808	
30	(50,600,000)	55,478,000	4,878,000	-	2,246,846	13,076,669	15,323,516	20,201,516	398,413	
VP	436,454,716	452,517,353		47,108,201	11,077,185	30,382,534		977,539,989	1,878,729	520

Caso Microcentral Cuao
Valores en Bolívares junio 2007

Rehabilitación Microcentral

	Inversión MCH	O y MTTO MCH	Total MCH	Inversión Diesel	MTTO Diesel (Sin combustible)	Combustible	Total Diesel	TOTAL	kWh	Bs/kWh
00	278,875,000	-	278,875,000	18,683,345	-	0	18,683,345	297,558,345	-	
01	278,875,000	21,704,600	300,579,600	-	2,631,340	1,789,004	4,420,344	304,999,944	60,017	
02	-	43,409,200	43,409,200	-	3,440,246	2,041,556	5,481,802	48,891,002	64,818	
03	-	43,409,200	43,409,200	-	2,837,530	2,229,114	5,066,644	48,475,844	68,059	
04	-	43,409,200	43,409,200	-	3,440,246	2,430,303	5,870,549	49,279,749	70,101	
05	-	43,409,200	43,409,200	-	3,331,464	2,598,765	5,930,229	49,339,429	72,204	
06	-	43,409,200	43,409,200	-	3,646,437	2,797,828	6,444,265	49,853,465	74,370	
07	-	43,409,200	43,409,200	-	2,631,340	3,041,532	5,672,872	49,082,072	76,601	
08	-	43,409,200	43,409,200	-	3,440,246	3,280,715	6,720,962	50,130,162	78,899	
09	-	43,409,200	43,409,200	-	2,837,530	3,559,153	6,396,683	49,805,883	81,266	
10	-	43,409,200	43,409,200	22,391,258	3,153,558	3,845,150	29,389,966	72,799,166	83,704	
11	-	43,409,200	43,409,200	-	4,123,001	4,176,132	8,299,133	51,708,333	86,215	
12	-	43,409,200	43,409,200	-	3,400,669	4,384,418	7,785,087	51,194,287	88,801	
13	-	43,409,200	43,409,200	-	4,123,001	4,603,092	8,726,092	52,135,292	91,465	
14	-	43,409,200	43,409,200	-	3,380,466	4,832,672	8,213,138	51,622,338	94,209	
15	-	43,409,200	43,409,200	-	4,370,112	5,073,702	9,443,814	52,853,014	97,036	
16	-	43,409,200	43,409,200	7,003,777	5,444,309	8,575,397	21,023,483	64,432,683	99,947	
17	-	43,409,200	43,409,200	-	6,074,004	9,776,508	15,850,512	59,259,712	102,945	
18	-	43,409,200	43,409,200	-	5,691,420	11,100,458	16,791,878	60,201,078	106,033	
19	-	43,409,200	43,409,200	22,474,497	5,193,578	12,558,495	40,226,571	83,635,771	109,214	
20	-	43,409,200	43,409,200	12,162,977	8,116,518	14,162,844	34,442,340	77,851,540	112,491	
21	-	43,409,200	43,409,200	-	6,801,484	15,926,792	22,728,276	66,137,476	115,866	
22	-	43,409,200	43,409,200	-	8,116,518	17,864,772	25,981,290	69,390,490	119,342	
23	-	43,409,200	43,409,200	-	6,915,437	19,992,469	26,907,906	70,317,106	122,922	
24	-	43,409,200	43,409,200	17,969,703	10,263,775	22,326,916	50,560,394	93,969,594	126,609	
25	-	43,409,200	43,409,200	-	8,171,001	24,886,613	33,057,615	76,466,815	130,408	
26	-	43,409,200	43,409,200	-	10,015,745	27,691,650	37,707,396	81,116,596	134,320	
27	-	43,409,200	43,409,200	-	8,617,346	30,763,839	39,381,185	82,790,385	138,350	
28	-	43,409,200	43,409,200	46,105,191	10,894,259	34,126,858	91,126,309	134,535,509	142,500	
29	-	43,409,200	43,409,200	-	10,981,789	37,806,410	48,788,199	92,197,399	146,775	
30	(55,775,000)	43,409,200	(12,365,800)	-	10,256,772	41,830,389	52,087,161	39,721,361	151,178	
VP	481,092,130	354,075,783		35,767,775	34,873,866	50,474,177		956,283,731	712,886	1,341.42

Caso Microcentral Kamarata
Valores en Bolívares junio 2007

Rehabilitación Microcentral

	Inversión MCH	O y MTTO MCH	Total MCH	Inversión Diesel	MTTO Diesel (Sin combustible)	Combustible	Total Diesel	TOTAL	kWh	Bs/kWh
00	406,800,000	-	406,800,000	54,566,905	-	-	54,566,905	461,366,905	-	
01	406,800,000	38,060,000	444,860,000	-	7,685,137	5,386,597	13,071,734	457,931,734	181,994	
02	-	76,120,000	76,120,000	-	10,047,644	6,107,675	16,155,319	92,275,319	196,553	
03	-	76,120,000	76,120,000	-	8,287,340	6,732,911	15,020,252	91,140,252	206,381	
04	-	76,120,000	76,120,000	-	10,047,644	7,280,778	17,328,422	93,448,422	212,572	
05	-	76,120,000	76,120,000	-	9,729,932	7,873,226	17,603,158	93,723,158	218,949	
06	-	76,120,000	76,120,000	-	10,649,848	8,513,882	19,163,729	95,283,729	225,518	
07	-	76,120,000	76,120,000	-	7,685,137	9,206,669	16,891,805	93,011,805	232,283	
08	-	76,120,000	76,120,000	15,727,335	15,191,642	13,577,592	44,496,569	120,616,569	239,252	
09	-	76,120,000	76,120,000	-	12,668,417	15,509,063	28,177,479	104,297,479	246,430	
10	-	76,120,000	76,120,000	54,483,629	12,817,406	17,638,928	84,939,964	161,059,964	253,822	
11	-	76,120,000	76,120,000	-	14,586,954	19,985,390	34,572,344	110,692,344	261,437	
12	-	76,120,000	76,120,000	28,077,411	17,458,076	22,568,231	68,103,717	144,223,717	269,280	
13	-	76,120,000	76,120,000	-	17,853,679	25,408,951	43,262,630	119,382,630	277,359	
14	-	76,120,000	76,120,000	-	17,408,916	28,530,916	45,939,832	122,059,832	285,679	
15	-	76,120,000	76,120,000	-	18,764,827	31,959,508	50,724,335	126,844,335	294,250	
16	-	76,120,000	76,120,000	41,977,530	21,403,154	35,722,300	99,102,985	175,222,985	303,077	
17	-	76,120,000	76,120,000	-	21,725,758	39,849,242	61,575,000	137,695,000	312,170	
18	-	76,120,000	76,120,000	-	22,004,439	44,372,855	66,377,294	142,497,294	321,535	
19	-	76,120,000	76,120,000	54,483,629	19,830,123	49,328,452	123,642,204	199,762,204	331,181	
20	-	76,120,000	76,120,000	57,622,237	28,879,028	54,754,371	141,255,635	217,375,635	341,116	
21	-	76,120,000	76,120,000	-	24,326,200	60,692,228	85,018,428	161,138,428	351,350	
22	-	76,120,000	76,120,000	-	28,879,028	67,187,193	96,066,221	172,186,221	361,890	
23	-	76,120,000	76,120,000	-	24,912,963	74,288,286	99,201,249	175,321,249	372,747	
24	-	76,120,000	76,120,000	75,230,492	35,239,510	82,048,700	192,518,702	268,638,702	383,929	
25	-	76,120,000	76,120,000	-	28,629,949	90,526,150	119,156,099	195,276,099	395,447	
26	-	76,120,000	76,120,000	-	34,638,225	99,783,249	134,421,474	210,541,474	407,310	
27	-	76,120,000	76,120,000	-	30,061,482	109,887,918	139,949,400	216,069,400	419,530	
28	-	76,120,000	76,120,000	146,880,453	37,893,979	120,913,829	305,688,261	381,808,261	432,116	
29	-	76,120,000	76,120,000	-	36,790,478	132,940,883	169,731,361	245,851,361	445,079	
30	(81,360,000)	76,120,000	(5,240,000)	-	35,032,861	146,055,729	181,088,590	175,848,590	458,431	
VP	701,777,780	620,887,936		123,898,339	122,855,579	194,542,274		1,763,961,907	2,161,750	816

Caso Microcentral Canaima
Valores en Bolívares junio 2007

Rehabilitación Microcentral

	Inversión MCH	O y MTTO MCH	Total MCH	Inversión Diesel	Mtto. Diesel (Sin combustible)	Combustible	Total Diesel	TOTAL	kWh
00	211,875,000	-	211,875,000	338,729,383	-	0	338,729,383	550,604,383	-
01	211,875,000	115,330,400	327,205,400	-	8,151,882	13,946,274	22,098,156	349,303,556	1,317,596
02	-	230,660,800	230,660,800	-	11,058,077	14,641,848	25,699,925	256,360,725	1,475,708
03	-	230,660,800	230,660,800	-	8,151,882	15,372,113	23,523,994	254,184,794	1,623,278
04	-	230,660,800	230,660,800	-	11,058,077	16,138,800	27,196,877	257,857,677	1,671,977
05	-	230,660,800	230,660,800	-	14,680,377	16,943,726	31,624,103	262,284,903	1,722,136
06	-	230,660,800	230,660,800	-	11,058,077	17,788,798	28,846,875	259,507,675	1,773,800
07	-	230,660,800	230,660,800	-	12,418,435	18,676,017	31,094,452	261,755,252	1,827,014
08	-	230,660,800	230,660,800	-	21,457,018	19,607,488	41,064,506	271,725,306	1,881,825
09	-	230,660,800	230,660,800	-	14,680,377	20,585,415	35,265,792	265,926,592	1,938,279
10	-	230,660,800	230,660,800	-	11,058,077	21,612,117	32,670,194	263,330,994	1,996,428
11	-	230,660,800	230,660,800	124,759,576	3,002,472	31,047,133	158,809,180	389,469,980	2,056,321
12	-	230,660,800	230,660,800	-	5,449,725	32,595,615	38,045,340	268,706,140	2,118,010
13	-	230,660,800	230,660,800	-	6,978,465	34,221,328	41,199,793	271,860,593	2,181,551
14	-	230,660,800	230,660,800	-	4,072,871	35,928,124	40,000,995	270,661,795	2,246,997
15	-	230,660,800	230,660,800	-	6,832,572	37,720,046	44,552,618	275,213,418	2,314,407
16	-	230,660,800	230,660,800	-	4,072,871	39,601,341	43,674,212	274,335,012	2,383,839
17	-	230,660,800	230,660,800	-	6,671,310	41,576,466	48,247,776	278,908,576	2,455,354
18	-	230,660,800	230,660,800	-	4,072,871	43,650,101	47,722,971	278,383,771	2,529,015
19	-	230,660,800	230,660,800	-	7,984,764	45,827,158	53,811,922	284,472,722	2,604,885
20	-	230,660,800	230,660,800	-	4,072,871	48,112,797	52,185,668	282,846,468	2,683,032
21	-	230,660,800	230,660,800	560,601,363	41,506,585	61,096,037	663,203,985	893,864,785	2,763,523
22	-	230,660,800	230,660,800	-	18,301,256	64,143,214	82,444,470	313,105,270	2,846,429
23	-	230,660,800	230,660,800	-	19,678,297	67,342,370	87,020,667	317,681,467	2,931,821
24	-	230,660,800	230,660,800	-	18,301,256	70,701,084	89,002,340	319,663,140	3,019,776
25	-	230,660,800	230,660,800	-	31,357,407	74,227,315	105,584,722	336,245,522	3,110,369
26	-	230,660,800	230,660,800	-	18,301,256	77,929,417	96,230,673	326,891,473	3,203,680
27	-	230,660,800	230,660,800	-	30,701,843	81,816,163	112,518,006	343,178,806	3,299,791
28	-	230,660,800	230,660,800	-	18,301,256	85,896,760	104,198,016	334,858,816	3,398,785
29	-	230,660,800	230,660,800	-	24,296,208	90,180,879	114,477,087	345,137,887	3,500,748
30	(42,375,000)	230,660,800	188,285,800	-	18,301,256	94,678,668	112,979,924	301,265,724	3,605,771
VP	365,509,260	1,881,430,740		416,555,668	97,598,430	236,590,774		2,997,684,874	16,856,237

Caso Microcentral Kavanayen
Valores en Bolívares junio 2007

Repotenciación Microcentral

	Inversión MCH	O y MTTO MCH	Total MCH	Inversión Diesel	Mtto. Diesel (Sin combustible)	Combustible	Total Diesel	TOTAL	kWh
00	826,381,912	-	826,381,912	164,104,869	-	-	164,104,869	990,486,781	-
01	826,381,912	23,960,000	850,341,912	-	23,112,331	10,546,797	33,659,128	884,001,040	663,526
02	-	47,920,000	47,920,000	63,257,056	50,907,070	20,453,851	134,617,977	182,537,977	729,879
03	-	47,920,000	47,920,000	-	43,242,678	27,612,033	70,854,711	118,774,711	788,269
04	-	47,920,000	47,920,000	-	50,907,070	31,599,081	82,506,151	130,426,151	811,917
05	-	47,920,000	47,920,000	-	46,883,030	35,997,355	82,880,385	130,800,385	836,275
06	-	47,920,000	47,920,000	106,245,146	66,778,415	40,844,645	213,868,206	261,788,206	861,363
07	-	47,920,000	47,920,000	-	53,880,980	46,182,033	100,063,013	147,983,013	887,204
08	-	47,920,000	47,920,000	-	64,967,343	52,054,171	117,021,515	164,941,515	913,820
09	-	47,920,000	47,920,000	-	54,519,523	58,509,582	113,029,105	160,949,105	941,235
10	-	47,920,000	47,920,000	150,708,318	72,405,058	65,600,986	288,714,362	336,634,362	969,472
11	-	47,920,000	47,920,000	-	73,862,557	73,385,657	147,248,214	195,168,214	998,556
12	-	47,920,000	47,920,000	-	74,216,129	81,925,804	156,141,933	204,061,933	1,028,513
13	-	47,920,000	47,920,000	-	72,199,331	91,288,987	163,488,318	211,408,318	1,059,368
14	-	47,920,000	47,920,000	200,752,010	90,436,037	101,548,567	392,736,613	440,656,613	1,091,149
15	-	47,920,000	47,920,000	163,450,888	90,038,669	112,784,194	366,273,751	414,193,751	1,123,884
16	-	47,920,000	47,920,000	-	88,680,927	125,082,333	213,763,260	261,683,260	1,157,600
17	-	47,920,000	47,920,000	-	86,019,304	138,536,836	224,556,140	272,476,140	1,192,328
18	-	47,920,000	47,920,000	257,076,625	108,907,081	153,249,561	519,233,268	567,153,268	1,228,098
19	-	47,920,000	47,920,000	-	97,469,748	169,331,043	266,800,791	314,720,791	1,264,941
20	-	47,920,000	47,920,000	-	114,179,932	186,901,214	301,081,146	349,001,146	1,302,889
21	-	47,920,000	47,920,000	-	96,436,489	206,090,195	302,526,684	350,446,684	1,341,976
22	-	47,920,000	47,920,000	320,470,477	134,914,394	227,039,143	682,424,013	730,344,013	1,382,235
23	-	47,920,000	47,920,000	-	117,485,017	249,901,169	367,386,186	415,306,186	1,423,702
24	-	47,920,000	47,920,000	-	136,718,248	274,842,341	411,560,589	459,480,589	1,466,413
25	-	47,920,000	47,920,000	-	112,291,908	302,042,755	414,334,664	462,254,664	1,510,406
26	-	47,920,000	47,920,000	391,820,815	158,251,213	331,697,708	881,769,735	929,689,735	1,555,718
27	-	47,920,000	47,920,000	-	138,295,589	364,018,958	502,314,547	550,234,547	1,602,389
28	-	47,920,000	47,920,000	-	151,174,507	399,236,097	550,410,604	598,330,604	1,650,461
29	-	47,920,000	47,920,000	-	143,568,440	437,598,026	581,166,466	629,086,466	1,699,975
30	(165,276,382)	47,920,000	(117,356,382)	-	138,295,589	479,374,563	617,670,152	500,313,769	1,750,974
VP	1,425,605,859	390,869,021		495,396,042	571,846,933	690,687,502		3,574,405,358	8,214,999

Opción de suministro con Diesel

	Inversión Diesel	Operación Diesel (sin combustible)	Mantenimiento Diesel	Combustible	TOTAL	kWh
00	805,443,058	-	-	-	805,443,058	-
01	-	37,920,000	87,536,875	63,280,785	188,737,659	663,526
02	-	37,920,000	7,538,605	73,080,619	118,539,225	729,879
03	-	37,920,000	5,557,369	82,863,572	126,340,942	788,269
04	-	37,920,000	7,538,605	89,606,302	135,064,907	811,917
05	343,945,003	37,920,000	105,818,882	96,897,697	584,581,582	836,275
06	-	37,920,000	120,033,969	104,782,404	262,736,373	861,363
07	-	37,920,000	108,072,650	113,308,701	259,301,351	887,204
08	-	37,920,000	127,123,222	122,528,796	287,572,018	913,820
09	387,113,131	37,920,000	117,843,988	132,499,143	675,376,261	941,235
10	-	37,920,000	134,153,128	143,280,791	315,353,919	969,472
11	-	37,920,000	117,665,531	154,939,758	310,525,289	998,556
12	-	37,920,000	136,701,591	167,547,432	342,169,023	1,028,513
13	435,699,239	37,920,000	134,286,981	181,181,011	789,087,231	1,059,368
14	-	37,920,000	150,044,366	195,923,974	383,888,340	1,091,149
15	-	37,920,000	138,825,347	211,866,593	388,611,940	1,123,884
16	-	37,920,000	150,044,366	229,106,487	417,070,853	1,157,600
17	490,383,332	37,920,000	148,951,504	247,749,216	925,004,052	1,192,328
18	-	37,920,000	167,930,095	267,908,931	473,759,025	1,228,098
19	-	37,920,000	156,794,517	289,709,071	484,423,589	1,264,941
20	-	37,920,000	167,930,095	313,283,121	519,133,215	1,302,889
21	551,930,760	37,920,000	170,845,575	338,775,425	1,099,471,760	1,341,976
22	-	37,920,000	188,060,640	366,342,076	592,322,715	1,382,235
23	-	37,920,000	167,945,265	396,151,864	602,017,129	1,423,702
24	-	37,920,000	188,060,640	428,387,319	654,367,959	1,466,413
25	621,202,933	37,920,000	185,961,717	463,245,820	1,308,330,470	1,510,406
26	-	37,920,000	210,717,745	500,940,808	749,578,553	1,555,718
27	-	37,920,000	192,547,312	541,703,092	772,170,404	1,602,389
28	-	37,920,000	210,717,745	585,782,263	834,420,008	1,650,461
29	-	37,920,000	189,908,720	633,448,220	861,276,939	1,699,975
30	-	37,920,000	187,439,295	684,992,825	910,352,120	1,750,974
VP					3,969,510,883	8,214,999

Opción de suministro con Sistema de Transmisión

Solución Sistema de Transmisión a 34,5 kV

	Inversión	Operación y Mantenimiento	TOTAL	kWh
00	5,446,756,250	-	5,446,756,250	-
01	5,446,756,250	163,402,688	5,610,158,938	663,526
02		326,805,375	326,805,375	729,879
03		326,805,375	326,805,375	788,269
04		326,805,375	326,805,375	811,917
05		326,805,375	326,805,375	836,275
06		326,805,375	326,805,375	861,363
07		326,805,375	326,805,375	887,204
08		326,805,375	326,805,375	913,820
09		326,805,375	326,805,375	941,235
10		326,805,375	326,805,375	969,472
11		326,805,375	326,805,375	998,556
12		326,805,375	326,805,375	1,028,513
13		326,805,375	326,805,375	1,059,368
14		326,805,375	326,805,375	1,091,149
15		326,805,375	326,805,375	1,123,884
16		326,805,375	326,805,375	1,157,600
17		326,805,375	326,805,375	1,192,328
18		326,805,375	326,805,375	1,228,098
19		326,805,375	326,805,375	1,264,941
20		326,805,375	326,805,375	1,302,889
21		326,805,375	326,805,375	1,341,976
22		326,805,375	326,805,375	1,382,235
23		326,805,375	326,805,375	1,423,702
24		326,805,375	326,805,375	1,466,413
25		326,805,375	326,805,375	1,510,406
26		326,805,375	326,805,375	1,555,718
27		326,805,375	326,805,375	1,602,389
28		326,805,375	326,805,375	1,650,461
29		326,805,375	326,805,375	1,699,975
30	(544,675,625)	326,805,375	(217,870,250)	1,750,974
VP			12,090,324,262	8,214,999

Solución Sistema de Transmisión a 13,8 kV

	Inversión	Operación y Mantenimiento	TOTAL	kWh
00	2,402,356,250	-	2,402,356,250	-
01	2,402,356,250	36,035,344	2,438,391,594	663,526
02		144,141,375	144,141,375	729,879
03		144,141,375	144,141,375	788,269
04		144,141,375	144,141,375	811,917
05		144,141,375	144,141,375	836,275
06		144,141,375	144,141,375	861,363
07		144,141,375	144,141,375	887,204
08		144,141,375	144,141,375	913,820
09		144,141,375	144,141,375	941,235
10		144,141,375	144,141,375	969,472
11		144,141,375	144,141,375	998,556
12		144,141,375	144,141,375	1,028,513
13		144,141,375	144,141,375	1,059,368
14		144,141,375	144,141,375	1,091,149
15		144,141,375	144,141,375	1,123,884
16		144,141,375	144,141,375	1,157,600
17		144,141,375	144,141,375	1,192,328
18		144,141,375	144,141,375	1,228,098
19		144,141,375	144,141,375	1,264,941
20		144,141,375	144,141,375	1,302,889
21		144,141,375	144,141,375	1,341,976
22		144,141,375	144,141,375	1,382,235
23		144,141,375	144,141,375	1,423,702
24		144,141,375	144,141,375	1,466,413
25		144,141,375	144,141,375	1,510,406
26		144,141,375	144,141,375	1,555,718
27		144,141,375	144,141,375	1,602,389
28		144,141,375	144,141,375	1,650,461
29		144,141,375	144,141,375	1,699,975
30	(240,235,625)	144,141,375	(96,094,250)	1,750,974
VP			5,302,799,204	8,214,999

Caso Microcentral La Ciudadela
Valores en Bolívares junio 2007

Rehabilitación Microcentral

	Inversión MCH	O y MTTO MCH	Total MCH	Inversión Diesel	Mtto. Diesel (Sin combustible)	Combustible	Total Diesel	TOTAL	kWh	Bs/kWh
00	973,125,000		973,125,000	136,352,870	-	-	136,352,870	1,109,477,870	-	
01	973,125,000	26,963,600	1,000,088,600	-	3,281,476	3,863,709	7,145,186	1,007,233,786	542,246	
02	-	53,927,200	53,927,200	47,698,224	20,052,177	10,293,909	78,044,310	131,971,510	596,471	
03	-	53,927,200	53,927,200	-	17,094,907	15,304,535	32,399,442	86,326,642	644,189	
04	-	53,927,200	53,927,200	-	20,052,177	17,980,065	38,032,242	91,959,442	663,514	
05	-	53,927,200	53,927,200	-	19,196,501	20,944,638	40,141,139	94,068,339	683,420	
06	-	53,927,200	53,927,200	82,828,909	31,542,500	24,225,330	138,596,739	192,523,939	703,922	
07	-	53,927,200	53,927,200	-	28,986,239	27,851,600	56,837,839	110,765,039	725,040	
08	-	53,927,200	53,927,200	-	35,728,513	31,855,489	67,584,002	121,511,202	746,791	
09	-	53,927,200	53,927,200	-	28,982,661	36,271,842	65,254,503	119,181,703	769,195	
10	-	53,927,200	53,927,200	119,165,058	43,427,099	41,138,544	203,730,701	257,657,901	792,271	
11	-	53,927,200	53,927,200	-	37,791,739	46,496,778	84,288,516	138,215,716	816,039	
12	-	53,927,200	53,927,200	-	44,931,897	52,391,304	97,323,202	151,250,402	840,520	
13	-	53,927,200	53,927,200	-	40,822,089	58,870,764	99,692,853	153,620,053	865,736	
14	-	53,927,200	53,927,200	160,061,714	56,803,319	65,988,006	282,853,040	336,780,240	891,708	
15	-	53,927,200	53,927,200	-	53,821,444	73,800,440	127,621,884	181,549,084	918,459	
16	-	53,927,200	53,927,200	-	56,803,319	82,370,423	139,173,742	193,100,942	946,013	
17	-	53,927,200	53,927,200	-	51,878,747	91,765,674	143,644,421	197,571,621	974,393	
18	-	53,927,200	53,927,200	206,091,261	71,858,374	102,059,728	380,009,363	433,936,563	1,003,625	
19	-	53,927,200	53,927,200	-	68,410,884	113,332,418	181,743,302	235,670,502	1,033,734	
20	-	53,927,200	53,927,200	-	71,858,374	125,670,409	197,528,783	251,455,983	1,064,746	
21	-	53,927,200	53,927,200	-	67,505,184	139,167,771	206,672,955	260,600,155	1,096,688	
22	-	53,927,200	53,927,200	257,897,922	88,802,970	153,926,593	500,627,485	554,554,685	1,129,589	
23	-	53,927,200	53,927,200	-	79,473,646	170,057,661	249,531,307	303,458,507	1,163,476	
24	-	53,927,200	53,927,200	-	88,802,970	187,681,179	276,484,148	330,411,348	1,198,381	
25	-	53,927,200	53,927,200	-	79,468,133	206,927,559	286,395,692	340,322,892	1,234,332	
26	-	53,927,200	53,927,200	316,206,775	107,874,262	227,938,274	652,019,311	705,946,511	1,271,362	
27	-	53,927,200	53,927,200	-	99,041,134	250,866,777	349,907,911	403,835,111	1,309,503	
28	-	53,927,200	53,927,200	-	107,874,262	275,879,500	383,753,762	437,680,962	1,348,788	
29	-	53,927,200	53,927,200	-	97,483,116	303,156,938	400,640,054	454,567,254	1,389,252	
30	(194,625,000)	53,927,200	(140,697,800)	-	96,024,988	332,894,814	428,919,801	288,222,001	1,430,929	
VP	1,678,754,922	483,854,738		369,000,644	310,940,359	445,500,441		3,244,064,310	6,713,453	483

Opción de suministro con Diesel

	Inversión Diesel	Operación Diesel (sin combustible)	Mantenimiento Diesel	Combustible	TOTAL	kWh	Bs/kWh
00	642,609,176	-	-	-	642,609,176	-	
01	-	37,927,200	71,536,798	46,364,509	155,828,508	542,246	
02	-	37,927,200	84,822,455	53,544,643	176,294,298	596,471	
03	-	37,927,200	74,190,989	60,712,409	172,830,598	644,189	
04	-	37,927,200	84,822,455	65,652,666	188,402,321	663,514	
05	281,078,396	37,927,200	86,477,203	70,994,919	476,477,718	683,420	
06	-	37,927,200	98,094,042	76,771,879	212,793,121	703,922	
07	-	37,927,200	88,319,024	83,018,919	209,265,143	725,040	
08	-	37,927,200	103,887,514	89,774,290	231,589,004	746,791	
09	316,356,211	37,927,200	96,304,348	97,079,355	547,667,113	769,195	
10	-	37,927,200	109,632,487	104,978,843	252,538,530	792,271	
11	-	37,927,200	96,158,509	113,521,125	247,606,834	816,039	
12	-	37,927,200	111,715,139	122,758,504	272,400,844	840,520	
13	356,061,702	37,927,200	109,741,874	132,747,543	636,478,319	865,736	
14	-	37,927,200	122,619,109	143,549,404	304,095,713	891,708	
15	-	37,927,200	113,450,713	155,230,228	306,608,141	918,459	
16	-	37,927,200	122,619,109	167,861,538	328,407,847	946,013	
17	400,750,583	37,927,200	121,726,001	181,520,676	741,924,461	974,393	
18	-	37,927,200	137,235,666	196,291,278	371,454,145	1,003,625	
19	-	37,927,200	128,135,461	212,263,786	378,326,447	1,033,734	
20	-	37,927,200	137,235,666	229,536,000	404,698,866	1,064,746	
21	451,048,312	37,927,200	139,618,252	248,213,679	876,807,442	1,096,688	
22	-	37,927,200	153,686,730	268,411,188	460,025,118	1,129,589	
23	-	37,927,200	137,248,064	290,252,198	465,427,461	1,163,476	
24	-	37,927,200	153,686,730	313,870,442	505,484,373	1,198,381	
25	507,658,848	37,927,200	151,971,451	339,410,538	1,036,968,037	1,234,332	
26	-	37,927,200	172,202,548	367,028,868	577,158,616	1,271,362	
27	-	37,927,200	157,353,324	396,894,542	592,175,067	1,309,503	
28	-	37,927,200	172,202,548	429,190,430	639,320,178	1,348,788	
29	-	37,927,200	155,197,017	464,114,281	657,238,498	1,389,252	
30	-	37,927,200	153,178,956	501,879,937	692,986,093	1,430,929	
VP					3,328,277,760	6,713,453	495.762

Opción de suministro con Sistema de Transmisión

Solución Sistema de Transmisión a 34,5 kV

	Inversión	Operación y Mantenimiento	TOTAL	kWh	Bs/kWh
00	2,479,756,250	-	2,479,756,250	-	
01	2,479,756,250	74,392,688	2,554,148,938	542,246	
02		148,785,375	148,785,375	596,471	
03		148,785,375	148,785,375	644,189	
04		148,785,375	148,785,375	663,514	
05		148,785,375	148,785,375	683,420	
06		148,785,375	148,785,375	703,922	
07		148,785,375	148,785,375	725,040	
08		148,785,375	148,785,375	746,791	
09		148,785,375	148,785,375	769,195	
10		148,785,375	148,785,375	792,271	
11		148,785,375	148,785,375	816,039	
12		148,785,375	148,785,375	840,520	
13		148,785,375	148,785,375	865,736	
14		148,785,375	148,785,375	891,708	
15		148,785,375	148,785,375	918,459	
16		148,785,375	148,785,375	946,013	
17		148,785,375	148,785,375	974,393	
18		148,785,375	148,785,375	1,003,625	
19		148,785,375	148,785,375	1,033,734	
20		148,785,375	148,785,375	1,064,746	
21		148,785,375	148,785,375	1,096,688	
22		148,785,375	148,785,375	1,129,589	
23		148,785,375	148,785,375	1,163,476	
24		148,785,375	148,785,375	1,198,381	
25		148,785,375	148,785,375	1,234,332	
26		148,785,375	148,785,375	1,271,362	
27		148,785,375	148,785,375	1,309,503	
28		148,785,375	148,785,375	1,348,788	
29		148,785,375	148,785,375	1,389,252	
30	(247,975,625)	148,785,375	(99,190,250)	1,430,929	
VP			5,504,387,525	6,713,453	820

Solución Sistema de Transmisión a 13,8 kV

	Inversión	Operación y Mantenimiento	TOTAL	kWh	Bs/kWh
00	1,112,356,250	-	1,112,356,250	-	
01	1,112,356,250	33,370,688	1,145,726,938	542,246	
02		66,741,375	66,741,375	596,471	
03		66,741,375	66,741,375	644,189	
04		66,741,375	66,741,375	663,514	
05		66,741,375	66,741,375	683,420	
06		66,741,375	66,741,375	703,922	
07		66,741,375	66,741,375	725,040	
08		66,741,375	66,741,375	746,791	
09		66,741,375	66,741,375	769,195	
10		66,741,375	66,741,375	792,271	
11		66,741,375	66,741,375	816,039	
12		66,741,375	66,741,375	840,520	
13		66,741,375	66,741,375	865,736	
14		66,741,375	66,741,375	891,708	
15		66,741,375	66,741,375	918,459	
16		66,741,375	66,741,375	946,013	
17		66,741,375	66,741,375	974,393	
18		66,741,375	66,741,375	1,003,625	
19		66,741,375	66,741,375	1,033,734	
20		66,741,375	66,741,375	1,064,746	
21		66,741,375	66,741,375	1,096,688	
22		66,741,375	66,741,375	1,129,589	
23		66,741,375	66,741,375	1,163,476	
24		66,741,375	66,741,375	1,198,381	
25		66,741,375	66,741,375	1,234,332	
26		66,741,375	66,741,375	1,271,362	
27		66,741,375	66,741,375	1,309,503	
28		66,741,375	66,741,375	1,348,788	
29		66,741,375	66,741,375	1,389,252	
30	(111,235,625)	66,741,375	(44,494,250)	1,430,929	
VP			2,469,129,724	6,713,453	368

Caso Microcentral Arautameru
Valores en Bolívares junio 2007

Rehabilitación Microcentral

	Inversión MCH	O y MTTO MCH	Total MCH	Inversión Diesel	Mtto. Diesel (Sin combustible)	Combustible	Total Diesel	TOTAL	kWh	Bs/kWh
00	1,075,250,000	-	1,075,250,000	230,546,240	-	-	230,546,240	1,305,796,240	-	
01	-	47,927,200	47,927,200	-	32,469,853	9,035,791	41,505,644	89,432,844	610,574	
02	-	47,927,200	47,927,200	-	42,451,492	10,624,827	53,076,319	101,003,519	683,842	
03	-	47,927,200	47,927,200	-	35,014,175	12,270,217	47,284,392	95,211,592	752,227	
04	-	47,927,200	47,927,200	-	42,451,492	13,268,662	55,720,155	103,647,355	774,793	
05	-	47,927,200	47,927,200	-	41,109,154	14,348,353	55,457,507	103,384,707	798,037	
06	-	47,927,200	47,927,200	-	44,995,815	15,515,899	60,511,714	108,438,914	821,978	
07	-	47,927,200	47,927,200	-	32,469,853	16,778,450	49,248,304	97,175,504	846,638	
08	-	47,927,200	47,927,200	-	42,451,492	18,143,737	60,595,230	108,522,430	872,037	
09	-	47,927,200	47,927,200	-	35,014,175	19,620,120	54,634,295	102,561,495	898,198	
10	-	47,927,200	47,927,200	-	32,469,853	21,216,638	53,686,491	101,613,691	925,144	
11	-	47,927,200	47,927,200	-	42,451,492	22,943,066	65,394,559	113,321,759	952,898	
12	-	47,927,200	47,927,200	-	35,014,175	24,809,977	59,824,152	107,751,352	981,485	
13	-	47,927,200	47,927,200	-	42,451,492	26,828,801	69,280,293	117,207,493	1,010,930	
14	-	47,927,200	47,927,200	-	34,806,160	29,011,900	63,818,060	111,745,260	1,041,258	
15	-	47,927,200	47,927,200	-	44,995,815	30,749,710	75,745,525	123,672,725	1,072,495	
16	-	47,927,200	47,927,200	-	32,469,853	32,283,358	64,753,211	112,680,411	1,104,670	
17	-	47,927,200	47,927,200	-	42,451,492	33,893,497	76,344,989	124,272,189	1,137,810	
18	-	47,927,200	47,927,200	341,054,422	63,822,585	60,107,731	464,984,738	512,911,938	1,171,945	
19	-	47,927,200	47,927,200	-	58,244,142	70,602,589	128,846,731	176,773,931	1,207,103	
20	-	47,927,200	47,927,200	-	72,610,671	82,230,920	154,841,591	202,768,791	1,243,316	
21	-	47,927,200	47,927,200	-	60,493,091	95,098,897	155,591,988	203,519,188	1,280,615	
22	-	47,927,200	47,927,200	129,131,517	92,397,073	109,322,024	330,850,613	378,777,813	1,319,034	
23	-	47,927,200	47,927,200	-	78,524,223	125,025,939	203,550,162	251,477,362	1,358,605	
24	-	47,927,200	47,927,200	-	95,403,496	142,347,265	237,750,761	285,677,961	1,399,363	
25	-	47,927,200	47,927,200	-	74,338,492	161,434,550	235,773,042	283,700,242	1,441,344	
26	-	47,927,200	47,927,200	206,513,517	117,706,690	182,449,273	506,669,480	554,596,680	1,484,584	
27	-	47,927,200	47,927,200	-	101,179,886	205,566,939	306,746,825	354,674,025	1,529,122	
28	-	47,927,200	47,927,200	-	105,912,181	230,978,267	336,890,448	384,817,648	1,574,996	
29	-	47,927,200	47,927,200	-	109,967,971	258,890,469	368,858,440	416,785,640	1,622,245	
30	(215,050,000)	47,927,200	(167,122,800)	-	101,179,886	289,528,649	390,708,534	223,585,734	1,670,913	
VP	966,296,178	410,732,377		295,526,157	384,275,421	293,691,587		2,350,521,720	7,811,174	301

Opción de suministro con Diesel

	Inversión Diesel	Operación Diesel (sin combustible)	Mantenimiento Diesel	Combustible	TOTAL	kWh	Bs/kWh
00	752,760,587	-	-	-	752,760,587	-	
01	-	37,927,200	82,562,712	54,214,746	174,704,657	610,574	
02	-	37,927,200	97,906,311	63,748,963	199,582,474	683,842	
03	-	37,927,200	85,623,767	73,621,301	197,172,269	752,227	
04	-	37,927,200	97,906,311	79,611,974	215,445,485	774,793	
05	328,218,514	37,927,200	100,970,416	86,090,116	553,206,246	798,037	
06	-	37,927,200	114,538,006	93,095,395	245,560,601	821,978	
07	-	37,927,200	103,122,676	100,670,703	241,720,579	846,638	
08	-	37,927,200	121,296,014	108,862,425	268,085,638	872,037	
09	369,412,830	37,927,200	112,445,688	117,720,719	637,506,436	898,198	
10	-	37,927,200	128,011,583	127,299,825	293,238,609	925,144	
11	-	37,927,200	112,279,847	137,658,398	287,865,444	952,898	
12	-	37,927,200	130,440,969	148,859,862	317,228,032	981,485	
13	415,777,394	37,927,200	128,133,932	160,972,807	742,811,332	1,010,930	
14	-	37,927,200	143,176,213	174,071,399	355,174,811	1,041,258	
15	-	37,927,200	132,465,056	188,235,842	358,628,098	1,072,495	
16	-	37,927,200	143,176,213	203,552,867	384,656,280	1,104,670	
17	467,961,120	37,927,200	142,128,506	220,116,261	868,133,086	1,137,810	
18	-	37,927,200	160,244,137	238,027,442	436,198,779	1,171,945	
19	-	37,927,200	149,610,472	257,396,082	444,933,754	1,207,103	
20	-	37,927,200	160,244,137	278,340,776	476,512,113	1,243,316	
21	526,694,363	37,927,200	163,016,740	300,989,771	1,028,628,074	1,280,615	
22	-	37,927,200	179,454,236	325,481,748	542,863,184	1,319,034	
23	-	37,927,200	160,258,046	351,966,672	550,151,918	1,358,605	
24	-	37,927,200	179,454,236	380,606,714	597,988,150	1,399,363	
25	592,799,146	37,927,200	177,445,900	411,577,237	1,219,749,483	1,441,344	
26	-	37,927,200	201,075,372	445,067,877	684,070,449	1,484,584	
27	-	37,927,200	183,730,646	481,283,699	702,941,545	1,529,122	
28	-	37,927,200	201,075,372	520,446,455	759,449,027	1,574,996	
29	-	37,927,200	181,215,342	562,795,942	781,938,485	1,622,245	
30	-	37,927,200	178,861,302	608,591,469	825,379,971	1,670,913	
VP					3,873,788,571	7,811,174	495.93

Opción de suministro con Sistema de Transmisión

Solución Sistema de Transmisión a 34,5 kV

	Inversión	Operación y Mantenimiento	TOTAL	kWh	Bs/kWh
00	3,468,756,250	-	3,468,756,250	-	
01	3,468,756,250	104,062,688	3,572,818,938	610,574	
02		208,125,375	208,125,375	683,842	
03		208,125,375	208,125,375	752,227	
04		208,125,375	208,125,375	774,793	
05		208,125,375	208,125,375	798,037	
06		208,125,375	208,125,375	821,978	
07		208,125,375	208,125,375	846,638	
08		208,125,375	208,125,375	872,037	
09		208,125,375	208,125,375	898,198	
10		208,125,375	208,125,375	925,144	
11		208,125,375	208,125,375	952,898	
12		208,125,375	208,125,375	981,485	
13		208,125,375	208,125,375	1,010,930	
14		208,125,375	208,125,375	1,041,258	
15		208,125,375	208,125,375	1,072,495	
16		208,125,375	208,125,375	1,104,670	
17		208,125,375	208,125,375	1,137,810	
18		208,125,375	208,125,375	1,171,945	
19		208,125,375	208,125,375	1,207,103	
20		208,125,375	208,125,375	1,243,316	
21		208,125,375	208,125,375	1,280,615	
22		208,125,375	208,125,375	1,319,034	
23		208,125,375	208,125,375	1,358,605	
24		208,125,375	208,125,375	1,399,363	
25		208,125,375	208,125,375	1,441,344	
26		208,125,375	208,125,375	1,484,584	
27		208,125,375	208,125,375	1,529,122	
28		208,125,375	208,125,375	1,574,996	
29		208,125,375	208,125,375	1,622,245	
30	(346,875,625)	208,125,375	(138,750,250)	1,670,913	
VP			7,699,699,771	7,811,174	986

Solución Sistema de Transmisión a 13,8 kV

	Inversión	Operación y Mantenimiento	TOTAL	kWh	Bs/kWh
00	1,542,356,250	-	1,542,356,250	-	
01	1,542,356,250	46,270,688	1,588,626,938	610,574	
02		92,541,375	92,541,375	683,842	
03		92,541,375	92,541,375	752,227	
04		92,541,375	92,541,375	774,793	
05		92,541,375	92,541,375	798,037	
06		92,541,375	92,541,375	821,978	
07		92,541,375	92,541,375	846,638	
08		92,541,375	92,541,375	872,037	
09		92,541,375	92,541,375	898,198	
10		92,541,375	92,541,375	925,144	
11		92,541,375	92,541,375	952,898	
12		92,541,375	92,541,375	981,485	
13		92,541,375	92,541,375	1,010,930	
14		92,541,375	92,541,375	1,041,258	
15		92,541,375	92,541,375	1,072,495	
16		92,541,375	92,541,375	1,104,670	
17		92,541,375	92,541,375	1,137,810	
18		92,541,375	92,541,375	1,171,945	
19		92,541,375	92,541,375	1,207,103	
20		92,541,375	92,541,375	1,243,316	
21		92,541,375	92,541,375	1,280,615	
22		92,541,375	92,541,375	1,319,034	
23		92,541,375	92,541,375	1,358,605	
24		92,541,375	92,541,375	1,399,363	
25		92,541,375	92,541,375	1,441,344	
26		92,541,375	92,541,375	1,484,584	
27		92,541,375	92,541,375	1,529,122	
28		92,541,375	92,541,375	1,574,996	
29		92,541,375	92,541,375	1,622,245	
30	(154,235,625)	92,541,375	(61,694,250)	1,670,913	
VP			3,423,613,309	7,811,174	438