

Proyecto:

EFICIENCIA ENERGETICA EN ILUMINACIÓN PÚBLICA MUNICIPAL

Muestra de proyectos: ORURO Y POTOSÍ

Evaluación Económica

Consultor: Renán Orellana Lafuente

**CONTENIDO**

[I. INTRODUCCIÓN 3](#_Toc520820880)

[II. ANÁLISIS DE LOS MUNICIPIOS DE LA MEUSTRA 4](#_Toc520820881)

[2.1. Municipio de Oruro 4](#_Toc520820882)

[2.1.1. Gasto Energético Municipal - Oruro 4](#_Toc520820883)

[2.1.1. Sistema de Alumbrado Público - Oruro 5](#_Toc520820884)

[2.2. Municipio de Potosí 7](#_Toc520820885)

[2.2.1. Gasto Energético Municipal - Potosí 7](#_Toc520820886)

[2.2.1. Sistema de Alumbrado Público - Potosí 7](#_Toc520820887)

[2.3. Opciones de sustitución de lámparas 8](#_Toc520820888)

[III. METODOLOGÍA 10](#_Toc520820889)

[3.1 Escenarios “sin” y “con” proyecto 10](#_Toc520820890)

[3.2 Análisis Financiero o Privado del Proyecto 10](#_Toc520820891)

[3.3 Análisis Socioeconómico del Proyecto 10](#_Toc520820892)

[IV. SUPUESTOS 11](#_Toc520820893)

[V. BENEFICIOS ECONÓMICOS 11](#_Toc520820894)

[5.1. Sistemas de alumbrado de avenidas y calles de Oruro 11](#_Toc520820895)

[5.2. Sistemas de alumbrado de parques y plazas de Oruro 11](#_Toc520820896)

[5.3. Sistemas de alumbrado de avenidas y calles de Potosí 12](#_Toc520820897)

[VI. COSTOS ECONÓMICOS 13](#_Toc520820899)

[VII. INDICADORES DE LA EVALUACIÓN FINANCIERA 15](#_Toc520820900)

[VIII. INDICADORES DE LA EVALUACIÓN ECONÓMICA 15](#_Toc520820901)

[IX. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD 15](#_Toc520820902)

[X. CONCLUSIONES 18](#_Toc520820903)

[XI. REFERENCIAS 18](#_Toc520820904)

# INTRODUCCIÓN

El Ministerio de Energías (ME) creado el 22 de enero de 2017, entidad cabeza de sector que formula políticas y normas, a través del Viceministerio de Electricidad y Energías Alternativas (VMEEA) tiene el propósito de impulsar el acceso al servicio eléctrico en el área rural. Para ello se ha creado el Programa Electricidad para Vivir con Dignidad (PEVD), mediante el Decreto Supremo N° 29635 de 9 de julio de 2008 y con ello se han propuesto diversas actividades orientadas a incentivar las inversiones y promover la participación del sector público y privado en la ampliación y operación de sistemas eléctricos en poblaciones menores y en el área rural.

En el marco del Plan Nacional de Desarrollo Económico y Social (PDES 2016-2020) del Gobierno de Bolivia (GdB) se plantea el potenciamiento del sector eléctrico en generación para satisfacer la demanda interna y generar excedentes para la exportación, mediante el desarrollo de cambios en la matriz energética con la diversificación de las fuentes de generación a partir del fortalecimiento de energías alternativas y renovables. El PDES, entre otros resultados, espera a 2020: i) ampliar el sistema de transmisión y mejorar la confiabilidad del suministro de energía, mediante la construcción de 4.043 km de nuevas líneas de transmisión, ii) incrementar la generación mediante energías alternativas en 411 MW, iii) alcanzar una cobertura eléctrica del 97% a nivel nacional (100% urbana y 90% rural); y iv) mejorar la eficiencia energética. En este entendido se encuentra en gestión de financiamiento el Programa BO-L1119 de apoyo al sistema de transmisión y eficiencia energética, que será financiado por el BID a través de un Contrato de Préstamo por un monto de US$ 75 millones.

Asimismo, dentro de los objetivos planteados por el Ministerio de Energía, destaca que se debe “Formular, implementar y promover políticas, planes de Eficiencia Energética, que garanticen una producción y consumo racional y sostenible, en armonía con el medio ambiente”.

Una medida adoptada por el gobierno de Bolivia Programa Nacional de Eficiencia Energética, creado mediante el Decreto Supremo Nº 29466, de fecha 5 de marzo de 2008, con la finalidad de establecer políticas y ejecutar proyectos para optimizar el uso racional, eficiente y eficaz de la energía, siendo el marco para la campaña de focos ahorradores efectuada entre marzo del 2008 a abril del 2009, que sustituyó 8.5 millones de focos incandescentes por lámparas fluorescentes compactas, la medida fue implementada en todos los departamentos del país y permitió la reducción de alrededor de 72 MW la demanda en el SIN. Entre los años 2011 y 2012, este Programa tuvo una segunda fase orientada a dar sostenibilidad a la primera campaña, que permitió una reducción adicional de 17,8 MW.

Actualmente, el alumbrado público tiene un papel importante, no sólo para el desarrollo de las actividades económicas de las ciudades, sino como un factor importante para la seguridad y bienestar de sus habitantes.

Si bien el alumbrado público representa una parte del consumo de energía de las ciudades, en algunos casos, como el de la ciudad de Oruro, este puede representar una parte significativa del presupuesto municipal.

En términos técnicos del sector eléctrico boliviano, el alumbrado público es una carga que tiene una coincidencia del 100% con la demanda máxima, lo que lleva a pensar en la necesidad de trabajar en este aspecto a objeto de reducir dicha demanda y por tanto desplazar nuevas inversiones en generación.

En los últimos años, con el avance de las nuevas tecnologías de iluminación, principalmente los LEDs, que también han llegado al ámbito del alumbrado público, se vislumbran grandes potenciales de ahorro, por lo cual resulta imperativo plantear programas de ahorro energético dirigidos a reducir los gastos municipales en este rubro.

Por tanto, en el marco de los resultados esperados en Eficiencia Energética, el Banco pretende implementar un proyecto piloto de Eficiencia Energética para Alumbrado Público a nivel municipal y para lo cual se seleccionaron dos municipios como la muestra a ser evaluada (Oruro y Potosí). Para ello, en coordinación con el Ministerio de Energías y las autoridades de los municipios de Oruro y Potosí se apoyó el desarrollo de una consultoría para estimar potenciales de ahorro energético, establecer medidas de eficiencia energética y las inversiones para su implementación.

# ANÁLISIS DE LOS MUNICIPIOS DE LA MEUSTRA

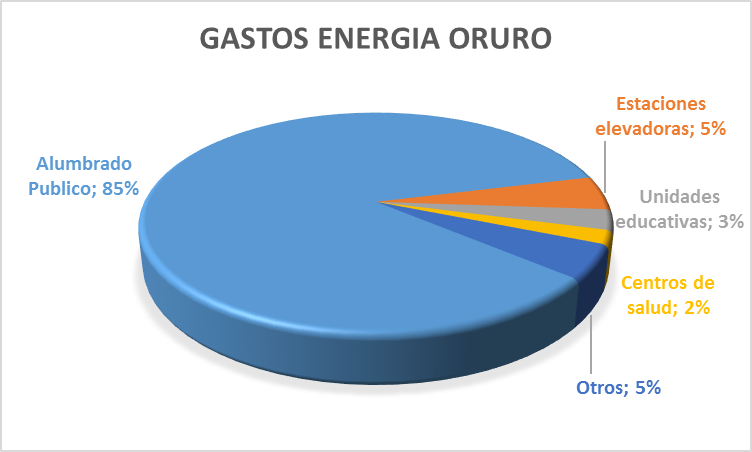
## **2.1. Municipio de Oruro**

Oruro es la capital del departamento y de la provincia Cercado, ubicada a una altitud de 3.735 m.s.n.m. Según datos del INE correspondientes al Censo Nacional de Población y Vivienda 2012, Oruro tiene una población de 264.943 habitantes.

De acuerdo a la Ley de Municipalidades Nº 2028 de 28 de octubre de 1999, el sistema de alumbrado público de la ciudad es responsabilidad del Gobierno Municipal.

### ***2.1.1. Gasto Energético Municipal - Oruro***

Respecto al gasto municipal en energía eléctrica de Oruro, este alcanzó los Bs 33.39 millones en el año 2016. El principal componente corresponde al gasto del sistema de alumbrado público que representa el 85% del total, seguido por las estaciones elevadoras de agua potable que corresponden el 5%, y las unidades educativas el 2%. Otras infraestructuras como mercados, semáforos, despachos, secretarias municipales, áreas verdes, parques, entre otras, representan el 5%. La figura 1 muestra la distribución de gastos energéticos de la alcaldía de Oruro.



**Fig. 1:** Gastos municipales por consumo de energía eléctrica de Oruro (2016)

### ***2.1.1. Sistema de Alumbrado Público - Oruro***

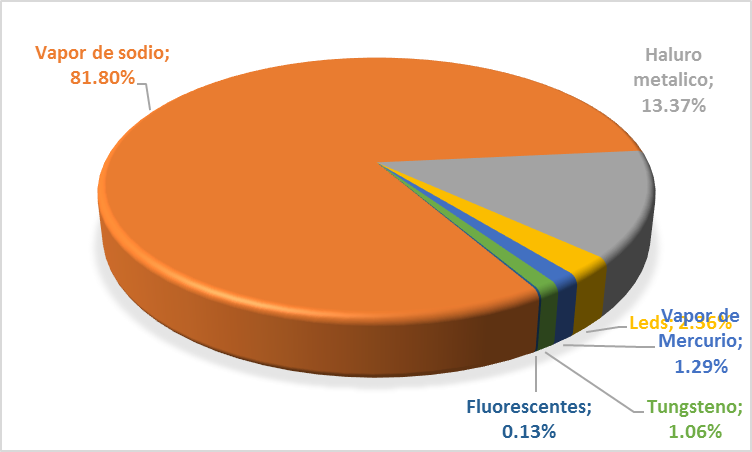
De acuerdo al censo de alumbrado público del Municipio de Oruro, realizado por la Empresa Nacional de Electricidad (ENDE) y de conformidad con el Gobierno Municipal de Oruro, al final de la gestión 2016, se establece que existen un total de 30,839 lámparas para el alumbrado público, con una carga total conectada de 5,670 kW y un consumo de 2,164 KWh/mes, el promedio de horas de operación de las luminarias son de 12 horas al día.

**Tabla 1:** Tipos de lámparas y potencia en el sistema de alumbrado público de Oruro

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Tipo** | **Potencia (W)** | **Cantidad** | **Pot. total (kW)** | **Aplicación** |
| LEDs | 360 | 372 | 133.92 | Avenidas |
| Vapor de sodio alta presión | 400 | 137 | 54.8 | Avenidas |
| 250 | 13,403 | 3350.75 | Avenidas |
| 150 | 2,753 | 412.95 | Avenidas |
| 70 | 11,791 | 825.37 | Avenidas, parques y plazas |
| Vapor de mercurio | 175 | 145 | 25.375 | Avenidas |
| 125 | 263 | 32.875 | Avenidas |
| 250 | 59 | 14.75 | Avenidas |
| Vapor de aditivos metálicos | 1000 | 238 | 238 | Parques y plazas |
| 400 | 933 | 373.2 | Parques y plazas |
| 250 | 479 | 119.75 | Parques y plazas |
| 150 | 162 | 24.3 | Parques y plazas |
| 100 | 36 | 3.6 | Parques y plazas |
| Tungsteno | 1000 | 52 | 52 | Campos deportivos |
| 500 | 16 | 8 | Campos deportivos |
| **Total** |  | **30,839** | **5,670** |  |

***Fuente:*** *Estudio de valuación de potenciales y propuesta de esquema operativo y financiero para la implementación de medidas de eficiencia energética en alumbrado público municipal. Javier Ortega Solís. 2017*

El principal tipo de lámpara instalado en la ciudad de Oruro, es de vapor de sodio que representa el 81.8%, posteriormente el Haluro Metálico con 13.37%, el Gas de Mercurio con 1.29%, lámparas de tungsteno con el 1.06%, lámparas fluorescentes con 0.13% y finalmente LED con 2.36%, como se muestra en la figura 2.



**Fig. 2:** Tipos de lámparas usadas en alumbrado público de Oruro

La factura por concepto de energía eléctrica del sistema de alumbrado público del municipio de Oruro en la gestión 2016 fue de Bs. 28.380 millones, mientras que el monto recaudado en la gestión por concepto de tasa de alumbrado público (12%) fue de Bs. 11.107 millones, existiendo un déficit de gestión de Bs. 17.273 millones, que representa sólo un 61% del total requerido para cubrir la factura, esto indica que el alumbrado público de la ciudad de Oruro es deficitario y por tanto requiere ser subvencionado por la Alcaldía de Oruro.

## **2.2. Municipio de Potosí**

### ***2.2.1. Gasto Energético Municipal - Potosí***

La ciudad de Potosí es la capital del departamento de Potosí y de la [provincia de Tomás Frías](https://es.wikipedia.org/wiki/Provincia_de_Nicol%C3%A1s_Su%C3%A1rez), según el censo de población y vivienda del año 2012 cuenta con una población de 189.652 habitantes. La ciudad está situada a orillas del [cerro](https://es.wikipedia.org/wiki/R%C3%ADo_Acre) rico de Potosí, una altitud mayor a los 4.000 m.s.n.m.

### ***2.2.1. Sistema de Alumbrado Público - Potosí***

De acuerdo al informe técnico preparado para el componente 2 del programa, al mes de agosto de 2018, existe un total de 12.103 lámparas para el alumbrado público de la ciudad, con una carga total conectada de 1,889 kW. La tabla 2 muestra los diferentes tipos de lámparas que se encuentran instalados en Potosí.

**Tabla 2:** Tipos de lámparas y potencia en el sistema de alumbrado público de Potosí

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Sistema actual** | **Potencia** | **Cantidad** | | **Aplicación** |
| LEDs | 210 W | 600 | Alumbrado de avenidas | |
| LEDs | 270 W | 114 | Alumbrado de avenidas | |
| Vapor de sodio alta presión | 400 W | 27 | Alumbrado de avenidas | |
| 250 W | 1,870 | Alumbrado de avenidas | |
| 150 W | 6,893 | Alumbrado de avenidas | |
| 70 W | 1,952 | Alumbrado de avenidas Parques y plazas | |
| Vapor de mercurio | 175 W | 64 | Alumbrado de avenidas | |
| 125 W | 583 | Alumbrado de avenidas | |
| **Total** |  | **12,103** | |  |

El principal tipo de lámpara instalado es el de vapor de sodio que representa el 88.7% con potencias de 70 y 400 W. Sólo se cuenta con 714 luminarias tipo LED de 210 y 270 W que representan el 5.8%.

La facturación del sistema de alumbrado público de Potosí es de Bs. 12.97 millones al año.

## **2.3. Opciones de sustitución de lámparas**

De acuerdo con las simulaciones realizadas en el marco del estudio técnico realizado, la tecnología que tienen mejor desempeño energético son las luminarias tipo LEDs, ya que requieren de una menor potencia instalada por unidad de área y además consumen menos energía. En la tabla 3 se muestran las opciones de sustitución recomendadas, considerando la eficiencia de las fuentes de iluminación, la depreciación de flujo luminoso y el coeficiente de utilización típico de cada una de ellas.

**Tabla 3:** Potencias recomendadas con base en la eficacia y depreciación del flujo luminoso

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Caso Base** | | | **Propuestas de Sustitución** | |
| **Tecnología** | **Potencia de Línea** | **Aplicación** | **Tecnología** | **Potencia de Línea** |
| **[W]** |  | **[W]** |
| Vapor de Mercurio 250 W | 280 - 295 | Alumbrado Público | Vapor de Sodio Optimizado 150 W | 167 |
| Aditivos Metálicos Cerámicos 140 W | 154 |
| **LEDs 85 - 105 W** | **85 - 105** |
| Vapor de Mercurio 175 W | 195 - 205 | Alumbrado Público | Vapor de Sodio Optimizado 100 W | 114 |
| Aditivos Metálicos Cerámicos 90 W | 99 |
| **LEDs 55 - 75 W** | **55 - 75** |
| Vapor de Mercurio 125 W | 140 - 150 | Alumbrado Público | Vapor de Sodio Optimizado 70 W | 89 |
| Aditivos Metálicos Cerámicos 60 W | 66 |
| **LEDs 35 - 45 W** | **35 - 45** |
| Aditivos Metálicos 1000 W | 1080 - 1120 | Parques y Plazas | **LEDs 320 - 380 W** | **320 - 380** |
| Aditivos Metálicos 400 W | 440 - 460 | Parques y Plazas | Aditivos metálicos cerámicos 140 W | 154\* |
| **LEDs 150 - 180 W** | **150 - 180** |
| Aditivos Metálicos 250 W | 285 - 300 | Parques y Plazas | Aditivos metálicos cerámicos 140 W | 154 |
| **LEDs 80 - 105 W** | **80 - 105** |
| Aditivos Metálicos 150 W | 175 - 185 | Parques y Plazas | Aditivos metálicos cerámicos 90 W | 99 |
| **LEDs 40 - 60 W** | **40 - 60** |
| Aditivos Metálicos 100 W | 110 - 129 | Parques y Plazas | Aditivos metálicos cerámicos 60 W | 66 |
| **LEDs 25 - 35 W** | **30 - 40** |
| Tungsteno 1000 W | 1000 | Campos Deportivos | Aditivos metálicos cerámicos 140 W | 154 |
| **LEDs 80 - 105 W** | **80 - 105** |
| Tungsteno 500 W | 500 | Campos Deportivos | Aditivos metálicos cerámicos 60 W | 66 |
| **LEDs 25 - 35 W** | **25 - 35** |
| \* Cada 2 luminarias de Aditivos Metálicos de 400W, se pueden sustituir por 3 de Aditivos Metálicos Cerámicos de 140 W. | | | | |

# METODOLOGÍA

# Escenarios “sin” y “con” proyecto

La situación “sin proyecto” considera que no se realiza la sustitución de luminarias de alumbrado público en ambas ciudades, permaneciendo la línea base invariable y por tanto, se mantienen los gastos en energía establecidos, además de la sustitución de luminarias de acuerdo a su vida útil.

La situación “con proyecto” considera que por efecto de la sustitución de las luminarias actuales por luminarias LED se produce un ahorro tanto en energía anual consumida, como en frecuencia de reemplazo de luminarias. La sustitución de luminarias requiere de una inversión inicial (ver modelo económico para [Potosí](https://idbg.sharepoint.com/teams/EZ-BO-LON/BO-L1190/15%20LifeCycle%20Milestones/Planilla%20Evaluación%20EEAP%20Potosí.xlsx?d=w9b2915e4ebc04ea4ab8fa92279005743) y [Oruro](https://idbg.sharepoint.com/teams/EZ-BO-LON/BO-L1190/15%20LifeCycle%20Milestones/Planilla%20Evaluaci%C3%B3n%20EEAP%20Oruro%20V2.xlsx?d=w71b60c460ebe4fcaae5e6d15fba9a61c)).

# Análisis Financiero o Privado del Proyecto

El análisis privado del proyecto compara los ahorros provenientes de la sustitución de luminarias, con los costos que el municipio debe incurrir para obtenerlos (se consideran: inversión, operación y mantenimiento). Posteriormente, se realiza el balance cuantificando el Valor Actual Neto Privado (VANP) del proyecto.

Un valor de VANP negativo indica que desde el punto de vista del operador, el proyecto no es interesante, y por tanto se requiere de la intervención del Estado. Para descontar el flujo de la evaluación privada se utiliza la tasa de descuento de mercado (12%).

Adicionalmente se ha considerado como indicador el Pay Back Simple.

# Análisis Socioeconómico del Proyecto

Los criterios utilizados para la valoración de la sustitución de las luminarias actuales por luminarias LEDs en los municipios de Oruro y Potosí, desde el punto de vista socioeconómico se basan en los indicadores:

* VANS mayor que cero, que significa que la intervención es rentable desde el punto de vista del país en su conjunto y se debe ejecutar.
* Por otro lado, una TIRS mayor a 12% indica que desde el punto de vista del país, la intervención se debe realizar.

El análisis se basa en los beneficios que la sustitución de luminarias trae al estado (municipio) ya que el ahorro permite a este disponer de recursos (flujo de caja). Aunque su efecto es menor, también se considera: el ahorro de emisiones de CO2 y el beneficio por inversión diferida.

Los costos considerados son básicamente los de inversión, que son ejecutados sólo en el primer año de ejecución del proyecto, corregidos por la razón de precio de cuenta (RPC) de la divisa.

# SUPUESTOS

Los supuestos utilizados para el análisis económico son:

Periodo de análisis del proyecto: 10 años (vida útil de la lámpara de LED).

Precio de la energía para alumbrado público en Oruro: 0.162 USD/kWh[[1]](#footnote-1).

Precio de la energía para alumbrado público en Potosí: 0.166 USD/kWh1.

# BENEFICIOS ECONÓMICOS

## **5.1. Sistemas de alumbrado de avenidas y calles de Oruro**

Considerando como referencia el sistema actual de alumbrado público (línea base), el estudio técnico analizó 3 tipos de sistema de iluminación eficiente (Vapor de sodio optimizado o Súper sodio, Aditivos Metálicos Cerámicos y LEDs), para verificar la tecnología de iluminación más recomendada para el proyecto.

La línea base del sistema de alumbrado público de avenidas y calles corresponde a 28,923 luminarias (no considera las luminarias fluorescentes), que tienen un consumo de energía eléctrica de 22,378 MWh/año y un gasto de Bs 25.198 millones al año.

Analizando las 3 opciones, los LEDs con una eficacia superior a 100 lm/W, generan mayores de ahorros energéticos y económicos en sistemas de alumbrado en avenidas y calles, que permiten un ahorro de energía eléctrica de 12,890 MWh/año y un ahorro económico de Bs 14.480 millones al año, equivalente a 57.5%, respecto a la línea base.

En el análisis no se consideraron las luminarias tipo LED de 380 W, debido a que fueron recientemente adquiridas.

## **5.2. Sistemas de alumbrado de parques y plazas de Oruro**

La línea base del sistema de alumbrado de parques y plazas indica 1,916 luminarias, los cuales tiene un consumo de energía eléctrica al año de 3,954 MWh/año, y un gasto de Bs 4.452 millones al año.

Al igual que en el caso anterior, la mejor opción de ahorro y de rentabilidad es el sistema de iluminación con LEDs, que permiten un ahorro de energía eléctrica de 1,863 MWh/año y un ahorro económico de Bs. 2.098 millones al año, equivalente al 47.1% respecto a la línea base.

Para el municipio de Oruro, la mejor opción fue la instalación de luminarias tipo LED, que permiten reducir el consumo de energía eléctrica en 14,723 MWh/año y un ahorro económico de Bs. 16.58 millones al año, equivalente al 55.9% respecto a la línea base.

Para la evaluación económica, el beneficio del proyecto consiste en que los ahorros producidos por la sustitución de lámparas, reduce de forma directa el subsidio que el Estado (Gobierno Municipal de Oruro) debe colocar para cubrir el déficit.

Para la evaluación económica del Proyecto de Oruro, los beneficios identificados para el proyecto fueron los siguientes:

1. Los ahorros producidos por la sustitución de lámparas, reduce de forma directa el subsidio que el estado (Gobierno Municipal de Oruro) debe colocar para cubrir el déficit.
2. El beneficio originado en la sustitución de lámparas que da lugar al ahorro de emisiones de CO2, las mismas que fueron valoradas a razón de 30 USD/TON, considerando que las emisiones del Sistema Interconectado Nacional de Bolivia de generación diésel alcanzan los 414 gr CO2/kWh[[2]](#footnote-2).
3. Beneficio por Inversión diferida, debido a la sustitución de lámparas, la potencia instalada de Oruro se reducirá de 5670 kW a 3013 kW, para la valoración del costo de la potencia diferida se utilizó como referencia los costos de la central hidroeléctrica de San José inaugurada en febrero de 2018, USD 2527 por kW.[[3]](#footnote-3)

Si bien se considera como un beneficio la posibilidad de expansión del alumbrado público en Oruro, producto de la implementación del proyecto, dada la dificultad de su cuantificación, no fue incluido.

## **5.3. Sistemas de alumbrado de avenidas y calles de Potosí**

Considerando las mismas tecnologías eficientes que en Oruro, la línea base del sistema de alumbrado de avenidas y calles de Potosí para un presupuesto de US$2,48 MM, corresponde a 7,574 luminarias, los cuales tiene un consumo de energía eléctrica al año de 5.03 GWh/año, y un gasto de Bs. 5.84 millones año.

La instalación de LEDs con una eficacia superior a los 100 lm/W, permite un ahorro de energía eléctrica de 2,58 MWh/año y un ahorro económico de Bs 2.99 millones al año, equivalente al ahorro del 51%, en comparación con la línea base.

Para la evaluación económica del Proyecto de Potosí, los beneficios identificados para el proyecto fueron los siguientes:

1. El beneficio originado en la sustitución de lámparas que da lugar al ahorro de emisiones de CO2, las mismas que fueron valoradas a razón de 30 USD/TON, considerando que las emisiones del Sistema Interconectado Nacional de Bolivia de generación diésel alcanzan los 414 gr CO2/kWh[[4]](#footnote-4).
2. Beneficio por Inversión diferida, debido a la sustitución de lámparas, la potencia instalada de Potosí se reducirá de 1.889 kW a 1.300 kW, para la valoración del costo de la potencia diferida se utilizó como referencia los costos de la central hidroeléctrica de San José inaugurada en febrero de 2018, USD 2.527 por kW.[[5]](#footnote-5)

# COSTOS ECONÓMICOS

Los costos considerados para el proyecto son:

* Costo de inversión Oruro la inversión estimada para implementar las medidas eficientes se muestra en la tabla 4.

**Tabla 4:** Costos de Inversión Oruro

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Aplicación** | **Cantidad** | **Inversión**  **(millones de USD)** |
| Calles y Avenidas | 28923 | 12.550 |
| Parques y plazas | 1916 | 1.250 |
| **Total** | **30839** | **13.800** |

* Costo de inversión Potosí: la inversión estimada para implementar las medidas eficientes se muestra en la tabla 5.

**Tabla 5:** Costos de Inversión Potosí

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Aplicación** | **Cantidad** | **Inversión**  **(millones de USD)** |
| Calles y Avenidas | 7.574 | 2.480 |
| **Total** | **7.574** | **2.480** |

* Costo de cambio de lámparas de NA y balastos: costo medio de la sustitución de cada lámpara de NA: 9.6 USD y costo medio de la sustitución de cada balasto de NA: 14.8 USD[[6]](#footnote-6).

En todos los costos[[7]](#footnote-7) anteriores se utilizaron las razones de precio cuenta de eficiencia mostrada en la siguiente tabla:

|  |  |
| --- | --- |
| RPC Divisa | 1.24 |
| RPC Mano de obra calificada | 1.00 |
| RPC Mano de obra semicalificada | 0.43 |
| RPC Mano de obra no calificada urbana | 0.23 |
| RPC Mano de obra no calificada rural | 0.47 |
| RPC Gastos Generales | 1.00 |
| RPC Impuestos y Transferencia | 0.00 |

**Fuente**: Viceministerio de Inversión Pública y Financiamiento Externo (VIPFE)

# INDICADORES DE LA EVALUACIÓN FINANCIERA

Los indicadores de la evaluación financiera se muestran en la tabla 6.

**Tabla 6:** Resultados Análisis Financiero

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **CIUDAD / INDICADOR** | **ORURO** | **Potosí** |
| VANP (US$) | 12,924.22 | 79,178.59 |
| TIRP | 12% | 13% |
| Pay back simple (años) | 5.78 | 5.70 |

Se observa en ambos casos que el tiempo de retorno de la inversión es menor a los 7 años.

# INDICADORES DE LA EVALUACIÓN ECONÓMICA

El proyecto de Eficiencia Energética en Alumbrado Público presenta una evaluación socioeconómica positiva. El VANS es mayor a cero y la TIRS es superior a 12%, siendo el proyecto de beneficio para el país. Véase tabla 7.

**Tabla 7:** Resultados Análisis Económico

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **CIUDAD / INDICADOR** | **ORURO** | **Potosí** |
| VANS (US$) | 5,615,655 | 1,333,232 |
| TIRS | 23.43% | 27.92% |

# ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

Los escenarios considerados en el análisis de sensibilidad de la evaluación socioeconómica de ambos proyectos son los siguientes:

* Incremento del costo de inversión en 0%, 10%, 20% y 30% (en ambas ciudades)
* Incremento del precio de la energía en 0%, 10%, 20% y 30% (en ambas ciudades)

Los resultados de los 2 escenarios planteados, para ambas ciudades, se presentan en las figuras 5 y 6.

|  |
| --- |
|  |
| 1. Respecto de: Incremento del costo de inversión |
|  |
| 1. Respecto de: incremento del precio de la energia |

**Fig. 5:** Análisis de sensibilidad del Proyecto de Eficiencia Energética en Alumbrado Público - Oruro

|  |
| --- |
|  |
| 1. Respecto de: Incremento del costo de inversión |
|  |
| 1. Respecto de: incremento del precio de la energia |

**Fig. 6:** Análisis de sensibilidad del Proyecto de Eficiencia Energética en Alumbrado Público - Potosí

Los dos escenarios, en cada ciudad, para la sensibilidad de la evaluación socioeconómica dan lugar a una reducción de los indicadores. Sin embargo, dichos escenarios no afectan significativamente a la evaluación económica, ya que tanto el VANS y la TIRS permanecen en los márgenes aceptables de rentabilidad económica. Es decir, VANS continúa siendo mayor a cero y el TIRS mayor a 12%.

# CONCLUSIONES

Los proyectos de Eficiencia Energética en el sistema de alumbrado público de los municipios de Oruro y Potosí han sido suficientemente justificados y su implementación es una necesidad para reducir los costos del alumbrado público y las emisiones de CO2 en ambos municipios.

# REFERENCIAS

Agencia Internacional de Energía, (2016). *Emisiones de CO2 de combustibles* (para Bolivia). Viena.

Diario El Deber del 20 de febrero de 2017.

1. Información proporcionada por ambas Alcaldías durante las visitas de campo, en base a sus facturas mensuales. [↑](#footnote-ref-1)
2. Fuente: Emisiones de CO2 de combustibles (para Bolivia), Agencia Internacional de Energía, 2016 [↑](#footnote-ref-2)
3. Publicación diario El Deber del 20 de febrero de 2017 [↑](#footnote-ref-3)
4. Fuente: Emisiones de CO2 de combustibles (para Bolivia), Agencia Internacional de Energía, 2016 [↑](#footnote-ref-4)
5. Publicación diario El Deber del 20 de febrero de 2017 [↑](#footnote-ref-5)
6. Información proporcionada por las Unidades de Alumbrado Público de las Alcaldías. [↑](#footnote-ref-6)
7. Ministerio de que Planificación y Desarrollo (MDP) [↑](#footnote-ref-7)