

ANÁLISIS TÉCNICO Y ECONÓMICO DEL PROYECTO “CAMBIO DE REDES ABIERTAS A PREENSAMBLADAS” APLICADO A UNA EMPRESA DE DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA

TECHNICAL AND ECONOMIC ANALYSIS OF THE PROJECT “CHANGE FROM OPEN TO PRE-ASSEMBLED NETWORKS” APPLIED TO AN ELECTRIC POWER DISTRIBUTION COMPANY.

RECIBIDO 25/02/2019 - ACEPTADO 17/06/2020

DOI: <https://doi.org/10.32645/13906925.943>

**CRISTIAN
LAVERDE
ALBARRACÍN**

- ◆ *Universidad Técnica Estatal de Quevedo*
- ◆ *Magister en Seguridad y Prevención de Riesgos del Trabajo*
- ◆ claverde@uteq.edu.ec

**CRISTIAN
GUAMÁN
SÁNCHEZ**

- ◆ *Universidad de Cuenca*
- ◆ *Master Universitario en Tecnología Energética para el Desarrollo Sostenible*
- ◆ cristian.guaman@ucuencua.edu.ec
- ◆ <https://orcid.org/0000-0002-3289-4980>

**PATRICIO
CARRILLO
ESCOBAR**

- ◆ *Universidad Técnica Estatal de Quevedo*
- ◆ *Magister en Auditoría Integral*
- ◆ pcarrillo@uteq.edu.ec
- ◆ <https://orcid.org/0000-0002-4573-4425>

**ROBERTO
HERRERA
ALBARRACÍN**

- ◆ *Universidad Técnica de Cotopaxi*
- ◆ *Magister en Gestión de la Producción*
- ◆ roberto.herrera@utc.edu.ec

Cómo citar este artículo:

Laverde, C., Guamán, C., Carrillo, P., & Herrera, R. (Enero - junio de 2020). Análisis técnico y económico del proyecto “cambio de redes abiertas a preensambladas” aplicado a una empresa de distribución de energía eléctrica. *Sathiri: sembrador*, 15(1), 251-270. <https://doi.org/10.32645/13906925.943>

Resumen

En Ecuador existen empresas distribuidoras de energía eléctrica que tienen pérdidas por hurto en las zonas más vulnerables del país, lo que genera un gran problema para las empresas, el contrarrestar estas prácticas; por tal razón, el entonces Ministerio de Electricidad y Energía Renovable (MEER) desde el año 2009, implementó un Plan de Reducción de Pérdidas (PLANREP), cuyo objetivo principal fue neutralizar este problema. Uno de los proyectos del PLANREP implementados en la CNEL- Unidad de Negocio Santo Domingo (distribuidora donde se aplicó este estudio) fue el cambio de redes abiertas a pre ensambladas, por lo que el objetivo del presente proyecto fue determinar la eficiencia técnica y económica del proyecto que dio como resultado la recuperación total de las pérdidas de energía no técnicas de los circuitos secundarios en estudio; además del análisis económico se determinó la rápida recuperación de la inversión siendo un proyecto rentable para la distribuidora.

Palabras claves: PLANREP, CNEL EP, VAN, TIR, Eficiencia Energética

Abstract.

In Ecuador there are electricity distribution companies that have losses due to theft in the most vulnerable areas of the country, which generates a great problem for companies to counteract these practices; for this reason, Electricity and Renewable Energy Management (MEER) since 2009, implemented a Losses Reduction Plan (PLANREP), which main objective was to neutralize this problem. One of the PLANREP projects implemented in CNEL Santo Domingo Business Unit (where this study was applied) , it was the change from open to pre-assembled networks, so the objective of this project was to determine the technical and economic efficiency of the project that resulted in the total recovery of non-technical energy losses of the secondary circuits under study; in addition to the economic analysis was determined the rapid recovery of the investment being a profitable project for the distributor.

Keywords: PLANREP, CNEL EP, VAN, TIR, Energy Efficiency.

Cómo citar este artículo:

Laverde, C., Guamán, C., Carrillo, P., & Herrera, R. (Enero - junio de 2020). Análisis técnico y económico del proyecto "cambio de redes abiertas a preensambladas" aplicado a una empresa de distribución de energía eléctrica. *Sathiri: sembrador*, 15(1), 251-270. <https://doi.org/10.32645/13906925.943>

1. Introducción

En el mundo crece el interés por desarrollar políticas y regulaciones que incentiven la creación de conciencia social respecto de los gases causantes del efecto invernadero. Muchos gobiernos quieren, además, reducir su dependencia de los combustibles fósiles, una de esas políticas es la eficiencia energética (Andrade y Hernández, 2008).

El ahorro y la eficiencia energética constituyen un elemento fundamental para la mejora del medio ambiente, en especial en lo que se refiere al cambio climático (Linares- Llamas, 2009), el objetivo del Plan de Reducción de Pérdidas (PLANREP) emprendido por el entonces Ministerio de Electricidad y Energía Renovables, cuyo fin consistió en lograr una máxima eficiencia energética en circuitos secundarios de redes de distribución en el Ecuador (Tejeda, 2017)

La eficiencia energética como concepto, agrupa acciones que se toman, tanto por el lado de la oferta como de demanda, sin sacrificar el bienestar ni la producción, permitiendo mejorar la seguridad del suministro de energía, logrando ahorros tanto en el consumo de energía como en la economía de la población en general (Veglia et al, 2019) simultáneamente se logran reducciones en las emisiones de gases de efecto invernadero y mejoras en las finanzas de las empresas energéticas (Poveda, 2007).

El uso de la energía eléctrica es fundamental para el desarrollo de la sociedad moderna (Horta, 2010), por ello se ha invertido tiempo y recursos en la realización de una guía para la presentación y recepción de diseños eléctricos a la empresa distribuidora encargada de proveer a los usuarios de energía, garantizando seguridad, confiabilidad y calidad del servicio eléctrico (Carpio y Marín, 2017).

La industria para muchos países, es un sector económico representativo, que evoluciona de acuerdo a las condiciones prestadas en cada economía local. Por tal motivo es importante implementar políticas que busquen el óptimo aprovechamiento de los recursos y la renovación de los procesos deficientes, para reducir pérdidas de energía, que representan un impacto económico para las empresas (Reinoso y Salazar, 2017).

Es un tema indiscutible el mejoramiento del manejo de la energía en las empresas distribuidoras y se hace necesario analizar la reducción y control de pérdidas en cada uno de ellas, mediante estudios que permitan lograr una red donde las pérdidas técnicas es decir aquellas causadas por los diversos fenómenos físicos que se presentan en los componentes de un sistema de distribución, lleguen a un nivel aceptable (Cortez et al, 2019).

Para CNEL EP- Unidad de Negocio Santo Domingo, uno de los temas de vital importancia es el control y reducción de las pérdidas de energía, es así que tiene cuatro proyectos en ejecución desde el año 2009 (Acuña, 2014), los mismos que han dado los resultados esperados, por lo que se consideran como prioridades en control de pérdidas no técnicas de energía.

La modernización del sector eléctrico en el país lleva a las empresas distribuidoras de energía eléctrica a buscar un desarrollo integral en todas sus áreas. De este modo podrán cubrir su déficit y a la vez atender futuras inversiones para cubrir el crecimiento de su demanda eléctrica (Cortez et al, 2019).

Cómo citar este artículo:

Laverde, C., Guamán, C., Carrillo, P., & Herrera, R. (Enero - junio de 2020). Análisis técnico y económico del proyecto "cambio de redes abiertas a preensambladas" aplicado a una empresa de distribución de energía eléctrica. *Sathiri: sembrador*, 15(1), 251-270. <https://doi.org/10.32645/13906925.943>

Para alcanzar el objetivo de reducir pérdidas y alcanzar el máximo nivel de eficiencia energética, se tuvo que ejecutar e implementar el PLANREP el mismo que está conformado por cuatro proyectos descritos a continuación:

- ◆ Cambio de redes abiertas a preensambladas.
- ◆ Cambios medidores deteriorados y/o intervenidos.
- ◆ Instalación de medidores prepago en sectores conflictivos.
- ◆ Implementación del sistema de Telemedición para 10.000 Clientes.

El presente estudio se centra en el cambio de redes abiertas a preensambladas, principal proyecto del PLAREP a nivel nacional, ya que en el Ecuador se tiene la problemática descrita en la figura 1.

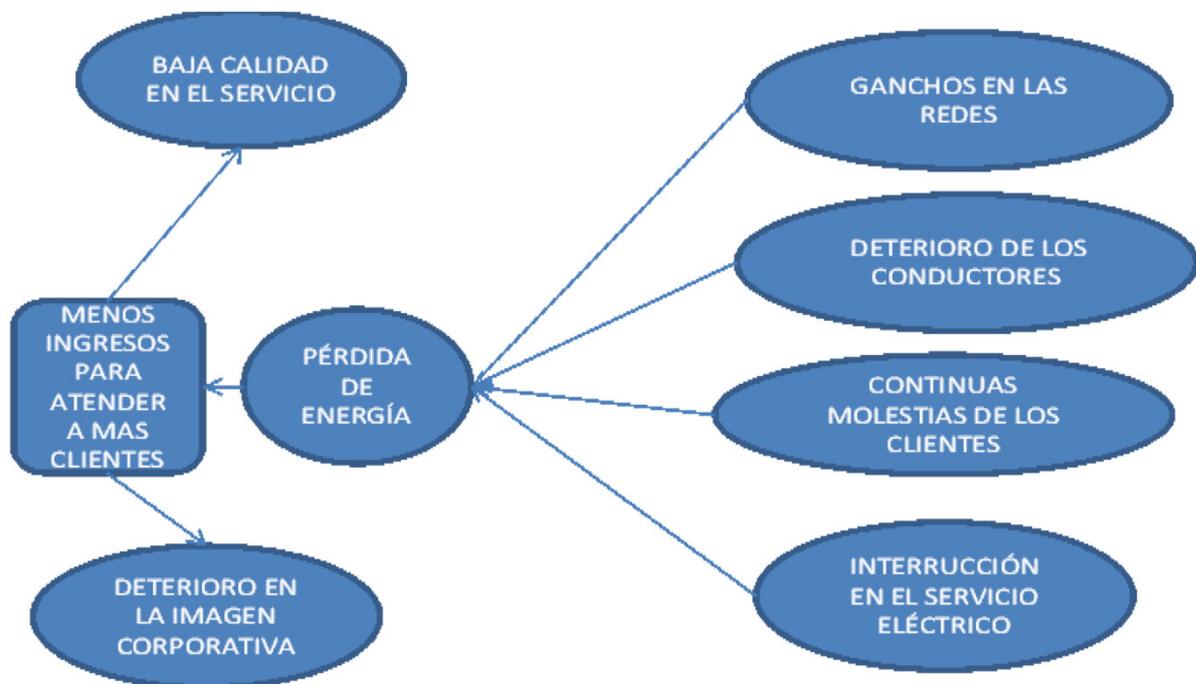


Figura 1. Identificación, descripción, y diagnóstico del problema

Se evaluó la viabilidad económica financiera del proyecto mediante análisis financiero (Mete, 2014), para encontrar la factibilidad económica del mismo, campo de vital importancia en el momento de invertir (Márquez y Castro, 2015).

2. Materiales Y Métodos.

Se ha usado la observación directa de las redes y datos en situ (Campos y Martínez, 2012), la observación es la forma más sistematizada y lógica para el registro visual y verificable de lo que se pretende conocer; es decir, es captar de la manera más objetiva posible, lo que ocurre en el mundo real, ya sea para describirlo, analizarlo o explicarlo desde una perspectiva científica; en este caso se observaron y recopilaban las lecturas de los medidores principales de los circuitos en estudio (Kuhn, 2019).

Se usaron como herramientas financieras Valor Actual Neto y Tasa Interna de Rendimiento (Carpeta,1998) en las cuestiones inherentes a su aplicación para la evaluación y selección de proyectos de inversión: utilidad, interpretación de resultados, supuestos implícitos en los cálculos, errores y restricciones. A su vez, se les presentará como alternativas de solución a esos supuestos, errores y restricciones, las herramientas de Valor Actual Neto Modificado y Tasa Interna de Rendimiento modificada (Mete, 2014).

3. Resultados y Discusión.

Análisis Técnico.

Este análisis tiene por objeto determinar las características técnicas de la implementación de las redes de baja tensión preensambladas de los circuitos en estudio, para comprobar si la energía entregada es igual a la energía registrada por los sistemas de medición de los usuarios.

Cálculo de pérdidas de energía

Para calcular las pérdidas de energía se registró las lecturas de los totalizadores para hacer un balance de energía de un mes, mostrando los siguientes resultados.

Tabla 1.

Diferencia entre energía entregada, y energía registrada

Descripción	Circuito "A. Espinoza Pólit"	Circuito "Jorge Araujo"	Circuito "Ciudad Nueva"	Circuito "Heriberto Maldonado"	Circuito "María del Rosario"
Energía registrada en el totalizador (kWh)	5879	8011	1508	7804	3215
Energía registrada en medidores de los clientes (kWh)	5640	7016	1326	7366	2953
Diferencia (kWh)	239	995	182	438	262

Cómo citar este artículo:

Laverde, C., Guamán, C., Carrillo, P., & Herrera, R. (Enero - junio de 2020). Análisis técnico y económico del proyecto "cambio de redes abiertas a preensambladas" aplicado a una empresa de distribución de energía eléctrica. *Sathiri: sembrador*, 15(1), 251-270. <https://doi.org/10.32645/13906925.943>

Cálculo de pérdidas de energía en redes secundarias

Usando la ecuación y las pérdidas de potencia en (kW), se procede a calcular las pérdidas de energía en redes secundarias.

$$\text{Perd_energía}_{\text{secundario}} = \text{fp} * (\text{Días} * 24 \text{ horas}) * \text{Pérdidas de potencia (kW)}$$

- ◆ Para circuito "Aurelio Espinoza Pólit" Fp= 0.89
- ◆ Para circuito "Jorge Araujo" Fp= 0.92
- ◆ Para circuito "Ciudad Nueva" Fp= 0.96
- ◆ Para circuito "Heriberto Maldonado" Fp= 0.94
- ◆ Para circuito "María del rosario" Fp= 0.84

Tabla 2.

Descripción	Circuito "A. Espinoza Pólit"	Circuito "Jorge Araujo"	Circuito "Ciudad Nueva"	Circuito "Heriberto Maldonado"	Circuito "María del Rosario"
Pérdidas de potencia (kW)	0,12259	0,37010	0,02144	0,13411	0,04489
Pérdidas de energía (kWh)	79	245	15	91	33

Pérdidas de potencia y energía en redes secundarias

Cálculo de pérdidas de potencia en luminarias

Para calcular las pérdidas de potencia en luminarias se debe de conocer el tipo y la potencia de cada luminaria instalada en el circuito, y la cantidad de lámparas presentes en el mismo.

Tabla 3.

Cálculo de pérdida de potencia en luminarias

Descripción	Tipo	Potencia nominal (w)	Cantidad	Consumo de luminarias en (W)	Pérdidas de potencias (kW)
Circuito "A. Espinoza Pólit"	Na	100	3	300	0,3
Circuito "Jorge Araujo"	Na	100	6	600	0,6
Circuito "Ciudad Nueva"	Na	100	4	400	0,4
Circuito "Heriberto Maldonado"	Na	100	6	600	0,6
Circuito "María del Rosario"	Na	100	5	500	0,5

Cálculo de pérdidas de energía en luminarias

Para las luminarias, debido a que sólo permanecen encendidas la mitad del día se multiplica por 12 horas. Teniendo ahora los valores de pérdidas de potencia de las luminarias por circuito se procede a calcular las pérdidas de energía y el porcentaje de pérdidas del mismo. Se utiliza la siguiente expresión matemática.

$$\text{Pérdidas de energía(kWh)} = \text{fp} * (\text{dias} * 12\text{h}) * \text{Pérdidas potencia(kW)}$$

Tabla 4.

Cálculo de pérdidas de energía en luminarias

Descripción	FP	Días	Horas	Pérdidas de potencia (kW)	Pérdidas de energía (kWh)
Circuito "A. Espinoza Pólit"	0,89	30	12	0,3	96
Circuito "Jorge Araujo"	0,89	30	12	0,6	192
Circuito "Ciudad Nueva"	0,89	30	12	0,4	128
Circuito "Heriberto Maldonado"	0,89	30	12	0,6	192
Circuito "María del Rosario"	0,89	30	12	0,5	160

Cálculo de pérdidas de energía en medidores

Teniendo ahora los valores de pérdidas de potencia de los medidores por circuitos se procede a calcular las pérdidas de energía y el porcentaje del mismo. Se utiliza la siguiente expresión matemática.

$$\text{Pérdidas de energía(kWh)} = \text{dias} * 24\text{h} * \text{Pérdidas potencia(kW)}$$

Tabla 5.

Pérdidas de potencia en medidores por circuito

Descripción	Días	Horas	Pérdidas de potencia (kW)	Pérdidas de energía (kWh)
Circuito "Aurelio Espinoza Pólit"	30	24	0,02186	16
Circuito "Jorge Araujo"	30	24	0,03629	26
Circuito "Ciudad Nueva"	30	24	0,01219	9
Circuito "Heriberto Maldonado"	30	24	0,03514	25
Circuito "María del Rosario"	30	24	0,02398	17

Cómo citar este artículo:

Laverde, C., Guamán, C., Carrillo, P., & Herrera, R. (Enero - junio de 2020). Análisis técnico y económico del proyecto "cambio de redes abiertas a preensambladas" aplicado a una empresa de distribución de energía eléctrica. *Sathiri: sembrador*, 15(1), 251-270. <https://doi.org/10.32645/13906925.943>

Pérdidas técnicas de energía en secundarios

Tabla 6.

Sumatoria de pérdidas de energía en secundarios por circuitos

Descripción	Pérdidas de energía en acometidas (kWh)	Pérdidas de energía en redes secundarias (kWh)	Pérdidas de energía en luminarias (kWh)	Pérdidas de energía en medidores (kWh)	Pérdidas de energía total (kWh)
Circuito "A. Espinoza Pólit"	4	79	96	16	195
Circuito "Jorge Araujo"	16	245	192	26	479
Circuito "Ciudad Nueva"	1	15	128	9	153
Circuito "Heriberto M"	5	91	192	25	313
Circuito "María del Rosario"	1	33	160	17	211

Balance de energía por circuito

Para hacer el balance de energía por circuito, se lo realizó aplicando la ecuación 2.9.

$$E_{TL} = E_S - E_R - E_T$$

Tabla 7.

Balance de energía

Descripción	Energía entregada (kWh/mes)	Energía registrada (kWh/mes)	Total pérdidas técnicas de energía en el secundario (kWh/mes)	Pérdidas de energía en medidores estacionados (kWh/mes)	Balance de energía (kWh/mes)
Circuito "A. Espinoza Pólit"	5879	5640	195		44
Circuito "Jorge Araujo"	8011	7016	479	450	66
Circuito "Ciudad Nueva"	1508	1326	153		29
Circuito "Heriberto Maldonado"	7804	7366	313	120	5
Circuito "María del Rosario"	3215	2953	211		51

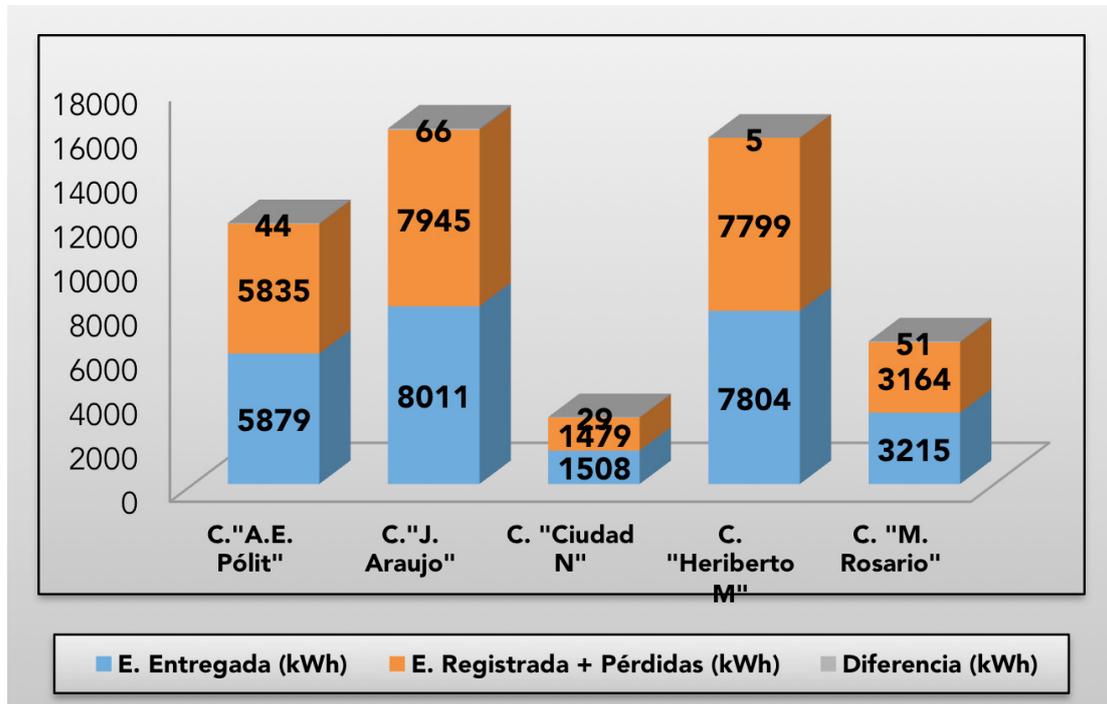


Figura 2. Balance de energía en los 5 circuitos

Eliminación de los hurtos de energía

En el análisis de los cinco circuitos en estudio, se pudo verificar que los hurtos de energía mediante ganchos ya no existen, pero se pudo encontrar dos medidores con daños naturales con consumo "cero", y que no estaban registrando el consumo de energía eléctrica como son el medidor con serie 0712017020, ubicado en el circuito "Jorge Araujo", y el medidor con serie 2110722393, ubicado en el circuito "Heriberto Maldonado". A los cuales, para esta investigación, se les estimó con un consumo individual de 450 kWh/mes, y 120kWh/mes respectivamente, esto en función de la carga instalada de cada usuario. En la figura 3, se puede verificar que la pinza amperimétrica si registra consumo, pero el medidor sigue estacionado, incluso se puede verificar por el LED, que no da los pulsos de registro.



Figura 3. Revisión de los medidores estacionados

Cómo citar este artículo:

Laverde, C., Guamán, C., Carrillo, P., & Herrera, R. (Enero - junio de 2020). Análisis técnico y económico del proyecto "cambio de redes abiertas a preensambladas" aplicado a una empresa de distribución de energía eléctrica. *Sathiri: sembrador*, 15(1), 251-270. <https://doi.org/10.32645/13906925.943>

Ahorro de energía del proyecto

En base al balance de energía de la tabla 7, se puede observar que se han recuperado totalmente las pérdidas no técnicas de energía, la energía sobrante se la desprecia, pues son valores realmente bajos en comparación con los hurtos que se suscitaban antes del cambio de las redes abiertas a preensambladas.

Por lo tanto, toda ésta energía que no estaba registrada, ahora se considera como ahorro, dato muy valioso para la proyección del periodo de recuperación de la inversión. En la figura 4, se observa la energía que se ahorra por circuito.

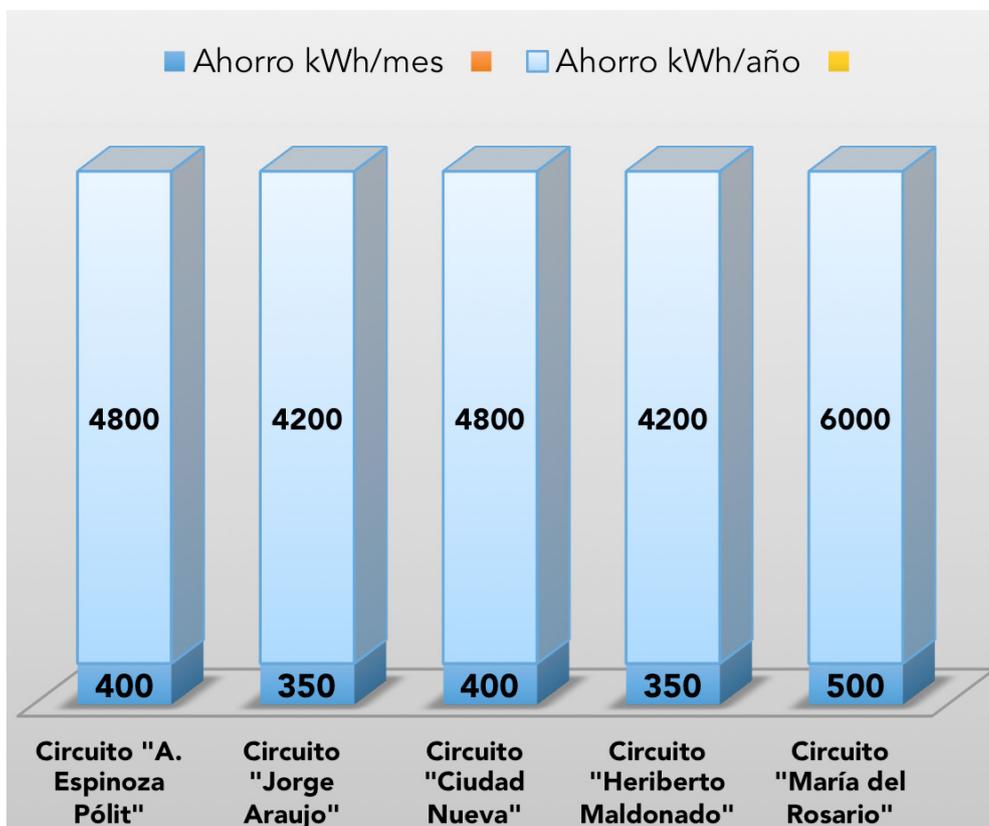


Figura 4. Ahorro de energía por circuito

Mejoramiento de la ornamentación del casco urbano

Indirectamente se ha logrado el mejoramiento estético de las redes y acometidas de las zonas donde se ha implementado los cambios de redes, porque en las anteriores se contaba de tres a cuatro conductores, sumándose a esto, desperdicios lanzados por transeúntes hacia las redes, así como también extensas acometidas; debido a que en las redes abiertas, sólo se puede tomar el servicio desde el poste, en cambio en las redes preensambladas se lo puede realizar desde cualquier parte del tramo entre poste a poste, de forma perpendicular.



Figura 5. Mejoramiento estético de redes preensambladas

Análisis Económico

Una vez definidas las alternativas técnicamente aceptables para el cambio de redes aéreas de baja tensión a redes preensambladas, se realiza un análisis económico para determinar si la inversión es recuperable y de ser así, el tiempo que tomaría lograrlo. Esto se lo realiza por medio de una comparación de costos totales evaluados en valor presente.

Los costos a considerarse en el análisis económico son:

- ◆ Costos por materiales, y mano de obra, los cuales se van a utilizar para determinar la inversión inicial en la elaboración del proyecto.
- ◆ Ahorro en pérdidas no técnicas según la tabla 8, y que empezarán a considerarse a partir del primer año.

Tabla 8.

Energía ahorrada por circuito

Circuito	Ahorro kWh/mes	Ahorro kWh/año
Circuito "A. Espinoza Pólit"	400	4800
Circuito "Jorge Araujo"	350	4200
Circuito "Ciudad Nueva"	400	4800
Circuito "Heriberto Maldonado"	350	4200
Circuito "María del Rosario"	500	6000

Cómo citar este artículo:

Laverde, C., Guamán, C., Carrillo, P., & Herrera, R. (Enero - junio de 2020). Análisis técnico y económico del proyecto "cambio de redes abiertas a preensambladas" aplicado a una empresa de distribución de energía eléctrica. *Sathiri: sembrador*, 15(1), 251-270. <https://doi.org/10.32645/13906925.943>

Cálculo de flujo de fondos por circuito

Para el análisis Económico del flujo de fondos de los circuitos en estudio, se tomó un período de vida útil de 25 años según la tabla 10, y una tasa de descuento del 12%, datos establecidos por la SENPLADES para circuitos secundarios, en proyectos de reducción de pérdidas de energía, definido para estudios tarifarios.

Tabla 9.

Parámetros para proyectos de reducción de pérdidas

TIPO DE PROYECTO	VIDA UTIL	UNIDAD
SUBESTACIONES	35	Años
LÍNEAS DE SUBTRANSMISIÓN	35	Años
ALIMENTADORES PRIMARIOS	30	Años
CIRCUITOS SECUNDARIOS	25	Años
MEDIDORES Y ACOMETIDAS	15	Años

Tabla 10.

Flujo de fondos circuito "Aurelio Espinoza Pólit"

Descripción				Valor	Unidades
Inversión				4.408,76	\$
Recuperación de pérdidas no técnicas al mes				4.800	kWh
Tarifa pérdidas no técnicas				0,13	\$
Vida útil del proyecto				25	Años
Recuperación anual				624,00	\$
Operación y mantenimiento				1	%
Tasa de descuento				12	%
Año	Inversión Inicial (USD)	Ahorro por pérdidas no técnicas (USD)	Costos de O&M proyectado (USD)	Flujo neto (USD)	Valor presente (USD)
0	-4.408,76			-4408,76	
1		624,00	44,09	579,91	518
2		624,00	44,09	579,91	462
3		624,00	44,09	579,91	413
4		624,00	44,09	579,91	369
5		624,00	44,09	579,91	329
6		624,00	44,09	579,91	294
7		624,00	44,09	579,91	262
8		624,00	44,09	579,91	234
9		624,00	44,09	579,91	209
10		624,00	44,09	579,91	187
11		624,00	44,09	579,91	167
12		624,00	44,09	579,91	149
13		624,00	44,09	579,91	133
14		624,00	44,09	579,91	119
15		624,00	44,09	579,91	106
16		624,00	44,09	579,91	95
17		624,00	44,09	579,91	84
18		624,00	44,09	579,91	75
19		624,00	44,09	579,91	67
20		624,00	44,09	579,91	60
21		624,00	44,09	579,91	54
22		624,00	44,09	579,91	48
23		624,00	44,09	579,91	43
24		624,00	44,09	579,91	38
25		624,00	44,09	579,91	34
					\$ 4.548,33

INDICADORES FINANCIEROS	
VAN	4.548,33
TIR	12%
RBC	1,03
TRI	7,07

Cómo citar este artículo:

Laverde, C., Guamán, C., Carrillo, P., & Herrera, R. (Enero - junio de 2020). Análisis técnico y económico del proyecto "cambio de redes abiertas a preensambladas" aplicado a una empresa de distribución de energía eléctrica. *Sathiri: sembrador*, 15(1), 251-270. <https://doi.org/10.32645/13906925.943>

Tabla 11.

Flujo de fondos circuito "Jorge Araujo"

Descripción				Valor	Unidades
Inversión				2.517,00	\$
Recuperación de pérdidas no técnicas al mes				4.200	kWh
Tarifa pérdidas no técnicas				0,13	\$
Vida útil del proyecto				25	Años
Recuperación anual				546,00	\$
Operación y mantenimiento				1	%
Tasa de descuento				12	%
Año	Inversión Inicial (USD)	Ahorro por pérdidas no técnicas (USD)	Costos de O&M proyectado (USD)	Flujo neto (USD)	Valor presente (USD)
0	-2.517,00			-2517,00	
1		546,00	25,17	520,83	465
2		546,00	25,17	520,83	415
3		546,00	25,17	520,83	371
4		546,00	25,17	520,83	331
5		546,00	25,17	520,83	296
6		546,00	25,17	520,83	264
7		546,00	25,17	520,83	236
8		546,00	25,17	520,83	210
9		546,00	25,17	520,83	188
10		546,00	25,17	520,83	168
11		546,00	25,17	520,83	150
12		546,00	25,17	520,83	134
13		546,00	25,17	520,83	119
14		546,00	25,17	520,83	107
15		546,00	25,17	520,83	95
16		546,00	25,17	520,83	85
17		546,00	25,17	520,83	76
18		546,00	25,17	520,83	68
19		546,00	25,17	520,83	60
20		546,00	25,17	520,83	54
21		546,00	25,17	520,83	48
22		546,00	25,17	520,83	43
23		546,00	25,17	520,83	38
24		546,00	25,17	520,83	34
25		546,00	25,17	520,83	31
					\$ 4.084,94

INDICADORES FINANCIEROS	
VAN	4.084,94
TIR	20%
RBC	1,62
TRI	4,61

Tabla 12.

Flujo de fondos Circuito "Ciudad Nueva"

Descripción				Valor	Unidades
Inversión				4.471,53	\$
Recuperación de pérdidas no técnicas al mes				4.800	kWh
Tarifa pérdidas no técnicas				0,13	\$
Vida útil del proyecto				25	Años
Recuperación anual				624,00	\$
Operación y mantenimiento				1	%
Tasa de descuento				12	%
Año	Inversión Inicial (USD)	Ahorro por pérdidas no técnicas (USD)	Costos de O&M proyectado (USD)	Flujo neto (USD)	Valor presente (USD)
0	-4.471,53			-4471,53	
1		624,00	44,72	579,28	517
2		624,00	44,72	579,28	462
3		624,00	44,72	579,28	412
4		624,00	44,72	579,28	368
5		624,00	44,72	579,28	329
6		624,00	44,72	579,28	293
7		624,00	44,72	579,28	262
8		624,00	44,72	579,28	234
9		624,00	44,72	579,28	209
10		624,00	44,72	579,28	187
11		624,00	44,72	579,28	167
12		624,00	44,72	579,28	149
13		624,00	44,72	579,28	133
14		624,00	44,72	579,28	119
15		624,00	44,72	579,28	106
16		624,00	44,72	579,28	94
17		624,00	44,72	579,28	84
18		624,00	44,72	579,28	75
19		624,00	44,72	579,28	67
20		624,00	44,72	579,28	60
21		624,00	44,72	579,28	54
22		624,00	44,72	579,28	48
23		624,00	44,72	579,28	43
24		624,00	44,72	579,28	38
25		624,00	44,72	579,28	34
					\$ 4.543,41

INDICADORES FINANCIEROS	
VAN	4.543,41
TIR	12%
RBC	1,02
TRI	7,17

Cómo citar este artículo:

Laverde, C., Guamán, C., Carrillo, P., & Herrera, R. (Enero - junio de 2020). Análisis técnico y económico del proyecto "cambio de redes abiertas a preensambladas" aplicado a una empresa de distribución de energía eléctrica. *Sathiri: sembrador*, 15(1), 251-270. <https://doi.org/10.32645/13906925.943>

Tabla 13.

Flujo de fondos circuito "C Heriberto Maldonado

Descripción				Valor	Unidades
Inversión				3.039,84	\$
Recuperación de pérdidas no técnicas al mes				4.200	kWh
Tarifa pérdidas no técnicas				0,13	\$
Vida útil del proyecto				25	Años
Recuperación anual				546,00	\$
Operación y mantenimiento				1	%
Tasa de descuento				12	%
Año	Inversión Inicial (USD)	Ahorro por pérdidas no técnicas (USD)	Costos de O&M proyectado (USD)	Flujo neto (USD)	Valor presente (USD)
0	-3.039,84			-3039,84	
1		546,00	30,40	515,60	460
2		546,00	30,40	515,60	411
3		546,00	30,40	515,60	367
4		546,00	30,40	515,60	328
5		546,00	30,40	515,60	293
6		546,00	30,40	515,60	261
7		546,00	30,40	515,60	233
8		546,00	30,40	515,60	208
9		546,00	30,40	515,60	186
10		546,00	30,40	515,60	166
11		546,00	30,40	515,60	148
12		546,00	30,40	515,60	132
13		546,00	30,40	515,60	118
14		546,00	30,40	515,60	106
15		546,00	30,40	515,60	94
16		546,00	30,40	515,60	84
17		546,00	30,40	515,60	75
18		546,00	30,40	515,60	67
19		546,00	30,40	515,60	60
20		546,00	30,40	515,60	53
21		546,00	30,40	515,60	48
22		546,00	30,40	515,60	43
23		546,00	30,40	515,60	38
24		546,00	30,40	515,60	34
25		546,00	30,40	515,60	30
					\$ 4.043,94

INDICADORES FINANCIEROS	
VAN	4.043,94
TIR	17%
RBC	1,33
TRI	5,57

Tabla 14.

Flujo de fondos circuito "María del Rosario"

Descripción				Valor	Unidades
Inversión				5.463,91	\$
Recuperación de pérdidas no técnicas al mes				6.000	kWh
Tarifa pérdidas no técnicas				0,13	\$
Vida útil del proyecto				25	Años
Recuperación anual				780,00	\$
Operación y mantenimiento				1	%
Tasa de descuento				12	%
Año	Inversión Inicial (USD)	Ahorro por pérdidas no técnicas (USD)	Costos de O&M proyectado (USD)	Flujo neto (USD)	Valor presente (USD)
0	-5.463,91			-5463,91	
1		780,00	54,64	725,36	648
2		780,00	54,64	725,36	578
3		780,00	54,64	725,36	516
4		780,00	54,64	725,36	461
5		780,00	54,64	725,36	412
6		780,00	54,64	725,36	367
7		780,00	54,64	725,36	328
8		780,00	54,64	725,36	293
9		780,00	54,64	725,36	262
10		780,00	54,64	725,36	234
11		780,00	54,64	725,36	209
12		780,00	54,64	725,36	186
13		780,00	54,64	725,36	166
14		780,00	54,64	725,36	148
15		780,00	54,64	725,36	133
16		780,00	54,64	725,36	118
17		780,00	54,64	725,36	106
18		780,00	54,64	725,36	94
19		780,00	54,64	725,36	84
20		780,00	54,64	725,36	75
21		780,00	54,64	725,36	67
22		780,00	54,64	725,36	60
23		780,00	54,64	725,36	54
24		780,00	54,64	725,36	48
25		780,00	54,64	725,36	43
					\$ 5.689,11

INDICADORES FINANCIEROS	
VAN	5.689,11
TIR	13%
RBC	1,04
TRI	7,01

Cómo citar este artículo:

Laverde, C., Guamán, C., Carrillo, P., & Herrera, R. (Enero - junio de 2020). Análisis técnico y económico del proyecto "cambio de redes abiertas a preensambladas" aplicado a una empresa de distribución de energía eléctrica. *Sathiri: sembrador*, 15(1), 251-270. <https://doi.org/10.32645/13906925.943>

Análisis de indicadores

Tabla 15.

Descripción	Circuito A. Espinoza Pólit	Circuito "Jorge Araujo"	Circuito "Ciudad Nueva"	C. "Heriberto Maldonado"	Circuito "María del Rosario"
INVERSIÓN (\$)	4408,76	2517,00	4471,53	3039,84	5463,91
PERDIDAS NO TÉCNICAS (\$)	624,00	546,00	624,00	546,00	780,00
VAN (\$)	4548.33	4084.94	4543.41	4043.94	5689.11
TIR (%)	12	20	12	17	13
RBC	1,03	1,62	1,02	1,33	1,04
TRI(años)	7,07	4,61	7,17	5,57	7,01

Resumen de resultados de indicadores financieros por circuito

Valor actual neto "VAN"

Como se puede observar, el VAN en los cinco proyectos es positivo, lo que quiere decir que además de la recuperación mencionada se ha alcanzado un excedente económico, es decir que los proyectos son rentables.

Tasa interna de retorno "TIR"

La tasa interna de retorno sobrepasa el valor del 12%, que es la tasa establecida para proyectos de reducción de pérdidas por ARCONEL, por lo que los proyectos se los considera rentables a partir de este valor de porcentaje.

Relación beneficio costo "RBC"

Los indicadores son muy atractivos para los proyectos en estudio, puesto que la relación B/C muestra que por cada dólar que se invierte en términos reales, se obtiene un rendimiento mayor a la unidad, lo que demuestra la viabilidad económica de los proyectos.

Tiempo de recuperación de la inversión "TRI"

Se observa que los proyectos son factibles, los tiempos de recuperación de la inversión se los puede ver en la tabla 16.

Tabla 16.

Periodo de recuperación de la inversión

Descripción	Circuito A. Espinoza Pólit	Circuito "Jorge Araujo"	Circuito "Ciudad Nueva"	C. "Heriberto Maldonado"	Circuito "María del Rosario"
AÑOS	7	4	7	5	7
MESES	0	7	2	6	0
DÍAS	25	10	1	25	3

4. Conclusión

Mediante las aplicaciones de la metodología propuesta en los circuitos de baja tensión estudiados, se pudo determinar técnicamente que las pérdidas por hurto de energía mediante conexiones directas en la red se han controlado al 100%, además se demostró que el proyecto tiene una recuperación de capital a mediano plazo, siendo rentable para la distribuidora.

5. Referencias Bibliográficas

- Acuña Maldonado, M. J. (2014). *Diseño de un manual de procedimientos que permita al Consejo Nacional de Electricidad del Ecuador realizar la liquidación de los planes de inversión correspondientes al año 2011 de las empresas distribuidoras de energía eléctrica* (Bachelor's thesis, Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ambato).
- Andrade, C. A. D., & Hernández, J. C. D. (2011). *Smart Grid: Las TICs y la modernización de las redes de energía eléctrica-Estado del Arte*.
- Campos, G., & Martínez, N. E. L. (2012). La observación, un método para el estudio de la realidad. *Xihmai*, 7(13), 45-60.
- Carpeta, N. (1998). *Evaluación de proyectos de inversión*.
- Carpio Pauta, D. S., & Marín Iñiguez, D. F. (2017). *Instructivo para la elaboración de diseños de redes de distribución e instalaciones interiores aplicables en la empresa eléctrica regional Centro Sur CA* (Bachelor's thesis).
- Cortez, J. L. P., Díaz, E. K. T., Janneth, V. J., Soria, E. E. A., & Velastegui, E. (2019). Plan de reducción de pérdidas de energía de la Corporación Nacional de Electricidad Regional Santo Domingo (CNEL), en la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas. *Visionario Digital*, 3(1), 5-15.
- Horta Nogueira, L. A. (2010). *Indicadores de políticas públicas en materia de eficiencia energética en América Latina y el Caribe*.
- Kuhn, T. S. (2019). *La estructura de las revoluciones científicas*. Fondo de cultura económica.
- Linares Llamas, P. (2009). *Eficiencia energética y medio ambiente*.

Cómo citar este artículo:

Laverde, C., Guamán, C., Carrillo, P., & Herrera, R. (Enero - junio de 2020). Análisis técnico y económico del proyecto "cambio de redes abiertas a preensambladas" aplicado a una empresa de distribución de energía eléctrica. *Sathiri: sembrador*, 15(1), 251-270. <https://doi.org/10.32645/13906925.943>

- Márquez Díaz, C. L., & Castro, J. F. (2015). Uso del Valor actual Neto, tasa Interna de retorno y relación beneficio-costos en la evaluación financiera de UN Programa de Vacunación de fiebre aftosa en el estado Yaracuy, Venezuela. *Revista de la Facultad de Ciencias Veterinarias*, 56(1), 052-057.
- Mete, M. R. (2014). Valor actual neto y tasa de retorno: su utilidad como herramientas para el análisis y evaluación de proyectos de inversión. *Fides et Ratio-Revista de Difusión cultural y científica de la Universidad La Salle en Bolivia*, 7(7), 67-85.
- Poveda, M. (2007). *Eficiencia energética: recurso no aprovechado*. OLADE. Quito.
- Reinoso, J., & Salazar, C. (2017). Sistema de Medición Inteligente de Energía Eléctrica en la Empresa The Tesalia Springs Company SA: Implementación y Análisis de Resultados. *Revista Politécnica*, 39(2), 33-40.
- Tejeda Ricardez, J., Duran, G., Jimenez Mori, R., & Doyle, M. (2017). *Incrementando la eficiencia del sector eléctrico: Lecciones sobre la reducción de pérdidas eléctricas en Ecuador*. Inter-American Development Bank.
- Veglia, J. E., Martínez, D. L. L. R., & Scappini, R. J. (2019). Simulación de un canal PLC para AMI para empresas distribuidoras de energía eléctrica con fines didácticos y de investigación. *International Journal of Information Systems and Software Engineering for Big Companies (IJISEBC)*, 5(2), 73-86.

Cómo citar este artículo:

Laverde, C., Guamán, C., Carrillo, P., & Herrera, R. (Enero - junio de 2020). Análisis técnico y económico del proyecto "cambio de redes abiertas a preensambladas" aplicado a una empresa de distribución de energía eléctrica. *Sathiri: sembrador*, 15(1), 251-270. <https://doi.org/10.32645/13906925.943>
