

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE LA SANTÍSIMA CONCEPCIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA
INGENIERÍA CIVIL INDUSTRIAL



**PROPUESTA DE UN NUEVO SISTEMA DE APOYO PARA MEDIR LA
RENTABILIDAD ECONÓMICA DE LOS FUTUROS PROYECTOS TIPO
“VILLA” PARA COPELEC LTDA.**

SANDRELLI NICHOLE SOBARZO GALLEGOS

INFORME DE PROYECTO DE TÍTULO PARA OPTAR AL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL INDUSTRIAL

Profesor Guía: Mauricio González Abrigo.

Profesor Informante: Gonzalo Bordagaray Bellolio.

Concepción, Enero de 2016

RESUMEN

Este proyecto propone un sistema para evaluar los beneficios económicos futuros de la distribución de energía en diferentes proyectos del tipo “villa”, desarrollados por Copelec Ltda. Esta herramienta busca servir de apoyo para una mejor negociación con empresas inmobiliarias o constructoras que buscan ser energizadas.

Tres son los objetivos específicos de este proyecto: Estimar el consumo de energía eléctrica para diferentes proyectos “villa” por Copelec Ltda.; estimar los ingresos y egresos implicados en la distribución de la energía a estos proyectos, y proponer un sistema que evalúe la rentabilidad futura de estos proyectos.

Primero se debió seleccionar una característica relevante que permitiera diferenciar y clasificar los proyectos a través de los diferentes niveles de consumo presente, esto permitió proyectar las demandas de energía para cada categoría y ajustarse al proyecto.

Lo siguiente fue identificar y analizar la estructura de costos y beneficios que se encuentren asociados a la distribución de energía de un conjunto de viviendas urbanas residenciales. Esta actividad permitió determinar las variables de ingreso y egreso presentes dentro del proyecto.

Finalmente se diseñó un sistema para la empresa, que mediante la tabulación de la información anterior ajuste un modelo de flujo de caja que permita evaluar la rentabilidad económica a 10 años de cada proyecto. El sistema también permite sensibilizar las variables que afecten de mayor manera esta tipología de proyecto.

ABSTRACT

This project proposes a system to assess future incomes acquired through the distribution of electricity in villa-type projects developed by Copelec Ltd. This tool aims at supporting and improving the negotiations held with the different real estate companies that want to hire Copelec's electric services.

There are three specific objectives in this project: To estimate the electricity consumption in the different villa-type projects, to estimate the incomes and outcomes involved in the distribution of electricity of the mentioned projects, and to propose a system that assesses the future profitability of the villa-type projects.

First, a relevant feature that enabled the differentiation and classification of the projects in different levels of consumption was identified. This allowed future projection of demands in terms of electricity and in concordance with each villa-type project.

Next, the structure of the costs was identified and analysed, as well as the benefits associated with the distribution of electricity in a group of real estate properties. This allowed the determination of the variables of incomes and outcomes involved in each villa-type project.

Finally, a system for Copelec Ltd. was designed. This system uses the information detailed previously and it adjusts it in a "cash-flow" system, which allows the user to assess the profitability of a project with a 10 years projection. The system also provides a detailed analysis of the variables in different scenarios that may have divergent impacts in these types of projects.

DEDICATORIA Y AGRADECIMIENTOS

Quisiera dedicar este trabajo al pilar fundamental de mi vida, mi familia, esas nueve personas que fueron capaces de ver siempre en mí las aptitudes para lograr lo que me propusiera, en especial a mi abuelita Trinidad, quien me enseñó a tener fe y a luchar siempre.

A mis padres gracias siempre por las oportunidades, por el apoyo, los valores, las herramientas y el cariño, especialmente por cada sacrificio que han tenido que hacer a lo largo de toda su vida para darme a mí y a mis hermanas siempre una gran vida junto con las mejores oportunidades. Por animarme y siempre confiar en que podía, a pesar de las miles de veces que ni yo creía que lo lograría.

A mi hermana Carolina, mi mano derecha, quien estuvo día y noche durante todo este periodo universitario y entiende todo lo que vivimos. Trabajamos juntas, compartimos la alegría tras los éxitos y el llanto de las derrotas. Siempre nos apoyamos y nos pusimos de pie ante cada obstáculo. Como olvidar cuando queríamos rendirnos en aquellos viernes de traspase de estudio. Hoy, tras esta larga espera y ahora colegas también, podemos por fin decir lo que logramos juntas y soy la persona más orgullosa por ti. Junto a Lya, mi pequeña bebe, son las mejores hermanas del mundo.

A Christian, mi compañero desde hace ocho años y uno de los apoyos más grandes. Te agradezco por siempre estar en mi cabeza y mi corazón diciéndome que soy capaz de lograr todo. Gracias por tu espera cada fin de semana durante esta época universitaria y por alegrarme sólo con tu ser durante todo este tiempo. Gracias por tu amor incondicional, que ante cualquier cosa, espero que sea por mucho tiempo más.

A mi profesor guía. A los profesores con corazón que además de darme conocimiento también me entregaron valores y apoyo. A la universidad por estos años de aprendizaje y a la empresa Copelec por darme la oportunidad de desarrollar mi proyecto de título.

Como leí por en alguna parte: “Espero que la sabiduría se mida por peso y que las pocas decisiones desacertadas pesen menos que las acertadas. Si es así, mañana tendré que tomar un montón de decisiones sabias”. No olvidar.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	i
ABSTRACT	ii
DEDICATORIA Y AGRADECIMIENTOS	iii
ABREVIATURAS	6
INDICE DE TABLAS	7
INDICE DE FIGURAS	8
INDICE DE GRÁFICOS	8
INDICE DE IMÁGENES	8
CAPITULO 1 INTRODUCCIÓN	9
1.1 Planteamiento del problema	9
1.2 Objetivos del proyecto	11
1.2.1 Objetivo General	11
1.2.2 Objetivos específicos	11
1.3 Delimitación del proyecto	12
1.4 Justificación del proyecto	12
CAPITULO 2 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	14
2.1 Rentabilidad Económica	14
2.2 Proyectos de inversión	14
2.2.1 Evaluación económica de un proyecto	15
2.3 La distribución eléctrica en Chile	20
2.3.1 Breve descripción de la industria eléctrica	20
2.3.2 Sector de Distribución	21
2.4 Proyectos de suministro eléctrico	22
CAPITULO 3 METODOLOGÍA	24
3.1 Estimación de la demanda	24
3.1.1 Descripción del sistema de distribución de Copelec	24
3.1.2 Categorización de proyectos	24
3.1.3 Base de información para la estimación	26
3.1.3.1 Selección de datos	26
3.1.3.2 Levantamiento del consumo de energía por categoría	26
3.1.4 Estimación del consumo de energía por categoría	28
3.1.4.1 Método de proyección	28
3.1.4.2 Aplicación del método de proyección	29
3.1.4.3 Estimación de la demanda de energía por proyecto	30
3.1.5 Estimación de la demanda de potencia por categoría	32
3.1.5.1 Método de proyección	32

3.1.5.2 Aplicación del método de proyección	33
3.2 Estimación de ingresos y egresos	33
3.2.1 Ingresos por proyecto	33
3.2.1.1 Método de estimación	35
3.2.2 Egresos por proyecto	36
3.2.2.1 Método de estimación por proyecto	40
3.3 Sistema de evaluación	44
3.3.1 Diseño del sistema	44
3.3.1.1 Estado de resultado	44
3.3.1.2 Indicadores de rentabilidad	50
3.3.1.3 Sensibilización del sistema	51
3.3.1.4 Variables de entrada y salida del sistema	52
CAPITULO 4 RESULTADOS	55
4.1 Esquematización del proceso de la distribución de energía por Copelec Ltda.	55
4.2 Estimación de la demanda	56
4.2.1 Consumo promedio anual de un cliente por categoría	56
4.2.2 Registro y análisis del consumo de energía de un usuario residencial	58
4.2.3 Estimación del consumo de energía para un cliente residencial	61
4.2.4 Estimación tasas de crecimiento anual para cliente residencial	63
4.2.5 Estimación del consumo de energía para el año 2015 por categoría	64
4.2.6 Estimación del consumo de energía por categoría desde 2016 a 2030.	66
4.2.7 Estimación de la potencia en punta por categoría desde 2016 a 2030	67
4.3 Sistema de evaluación	68
4.3.1 Visualización del sistema	68
CAPITULO 5 COMPARACIÓN ENTRE EL SISTEMA ACTUAL Y EL PROPUESTO	72
5.1 Comportamiento del consumo energético por parte de usuarios	72
5.2 Proyecciones del consumo	73
5.3 Ingresos y egresos	74
5.4 Análisis de sensibilidad	75
CAPITULO 6 CONCLUSIONES	78
RECOMENDACIONES	80
REFERENCIAS	82
ANEXOS	84
GLOSARIO DE TÉRMINOS	115

ABREVIATURAS

Unidad	Significado	Definición
kWh	Kilowatt-hora	Unidad de trabajo o energía equivalente a la energía producida o consumida por una potencia de 1kilowatt en 1 hora.
kW	Kilowatt	Relación de paso de energía de un flujo por unidad de tiempo; es decir, la cantidad de energía entregada o absorbida por un elemento en un tiempo determinado.
CNE	Comisión Nacional de Energía	Organismo público y técnico con capacidad de adquirir y ejercer derechos y obligaciones, que se relaciona con el Presidente de la Republica por intermedio del Ministerio de Energía. Es encargado de análisis de precios, tarifas y normas técnico.
SEC	Superintendencia de Electricidad y Combustibles	Fiscaliza y vigila el cumplimiento de las disposiciones legales y normas técnicas sobre instalaciones de electricidad, combustible líquido y gas.
BT1 o BT-1	Tarifa baja tensión	Tipo de tarifa eléctrica.
UF	Unidad de Fomento	Unidad de cuenta reajutable de acuerdo con la inflación, usada en Chile.
VAN	Valor Actual Neto	Indicador de rentabilidad económica.
IVAN	Índice de Valor Actual Neto	Indicador de rentabilidad económica.
PRI	Periodo de Recuperación de la Inversión	Indicador de rentabilidad económica.

INDICE DE TABLAS

	Página
TABLA 1: Empresas de distribución de energía en la VIII Región hasta el año 2013.	22
TABLA 2: Estados de proyectos “villa” de Copelec Ltda.	24
TABLA 3: Tamaño de muestra por categoría de proyecto.	28
TABLA 4: Porcentaje de consumo de energía alcanzado el primer año de conexión.	31
TABLA 5: Variables de ingreso por tarifa de energía BT-1.	34
TABLA 6: Costos asociados a la inversión de un proyecto de electrificación.	38
TABLA 7: Consumo promedio histórico de energía por categoría.	56
TABLA 8: Consumo promedio histórico de energía para un cliente residencial de Enero de 2011 a Diciembre de 2012.	58
TABLA 9: Consumo promedio histórico de energía para un cliente residencial de Enero de 2013 a Julio de 2015.	59
TABLA 10: Estimación del consumo promedio de energía por usuario residencial.	62
TABLA 11: Estimación de la tasa promedio de crecimiento anual para un usuario residencial.	63
TABLA 12: Estimación del consumo promedio de energía por usuario por categoría para el año 2015.	65
TABLA 13: Estimación del consumo promedio de energía para el periodo de 2015 a 2030 para cada categoría.	66
TABLA 14: Estimación de la potencia máxima mensual por usuario para el periodo de 2015 a 2030 para cada categoría.	67

INDICE DE FIGURAS

	Página
FIGURA 1: Proceso de evaluación de proyectos.	16
FIGURA 2: Proceso de suministro eléctrico en Chile.	23
FIGURA 3: Esquema del flujo de caja dentro del sistema.	49
FIGURA 4: Esquema del proceso de distribución de Copelec Ltda.	55

INDICE DE GRÁFICOS

	Página
GRÁFICO 1: Consumo de energía promedio por cliente para cada categoría.	57
GRÁFICO 2: Consumo promedio histórico de energía por usuario residencial.	60

INDICE DE IMÁGENES

	Página
IMAGEN 1: Presentación inicial del sistema.	69
IMAGEN 2: Ventana de ingreso de información en sistema.	70
IMAGEN 3: Ventana de resultados en sistema.	71
IMAGEN 4: Resultado de la evaluación de un proyecto en sistema.	76

CAPITULO 1 INTRODUCCIÓN

1.1 Planteamiento del problema

La Cooperativa de Consumo de Energía Eléctrica Chillán (COPELEC), es una cooperativa que incluye diferentes empresas, por ejemplo: Comercial Copelec S.A, Servicios Aliados S.A, Copelec Capacita Ltda., FINCOP, Fundación Copelec y Copelec Ltda.

Copelec Ltda. busca satisfacer la necesidad de abastecimiento de energía de asociados y terceros a través de producir, adquirir, distribuir y suministrar energía eléctrica. Estas actividades son llevadas a cabo a lo largo de la provincia de Ñuble, contemplando el transporte y comercialización a sus consumidores ubicados dentro de su área de concesión.

Sus labores abarcan efectuar estudios topográficos y proyectar las instalaciones, lo que se traduce finalmente en la instalación de postes, conductores y equipos para llevar su servicio hasta los rincones más apartados de Ñuble.

Entre sus proyectos, se encuentran el tipo “villa”. Estos proyectos de electrificación tienen como objetivo entregar energía a un conjunto de usuarios (viviendas) de una empresa constructora (cliente directo). Las empresas constructoras buscan disponer del servicio de conexión de energía para todas sus viviendas próximas a entregar. Copelec realiza todas las obras e instalaciones necesarias para distribuir la capacidad de energética correspondiente y disponer del servicio a todos los usuarios. Generalmente por el nivel de estos proyectos, las inversiones por parte de Copelec son altas.

La evaluación de este tipo de proyecto contempla una serie de actividades de manera de poder recolectar todos los antecedentes necesarios. Entre las labores principales se encuentra las mediciones de distancias por expertos entre la ubicación de las viviendas a electrificar y las redes de la empresa por medio de planos, análisis de profesionales competentes en cada área (ingenieros calculistas, eléctricos, etc.) y la valoración de recursos involucrados en la construcción del proyecto.

La Unidad de Subgerencia de Comercialización y Energía evalúa proyectos tipo “villa” a través de un sistema o modelo de evaluación dispuesto en Excel en el cual se busca medir la rentabilidad futura de estos proyectos. Aun cuando es responsabilidad de las empresas de suministro eléctrico disponer de energía eléctrica a la comunidad, este sistema es necesario para evaluar el comportamiento económico del proyecto de energización y medir los beneficios esperados para la empresa, debido al alto nivel de inversión que implican.

Estas evaluaciones también son útiles para las negociaciones con las empresas constructoras o inmobiliarias. Cuando los beneficios no alcanzan lo esperado por la empresa, se solicita a las constructoras hacerse cargo de parte de la inversión realizada por la empresa de suministro, o en caso contrario, cuando los beneficios son altos, se ofrecen mejores negociaciones para ganar clientes a otras compañías.

Actualmente la organización maneja una metodología de evaluación basada en un sistema simple, desactualizado e inexacto. El sistema no cuenta con un estudio detrás que valide la información incorporada ni registra todos los antecedentes económicos de este tipo de proyectos, generando inseguridad en las estimaciones de rentabilidad de esta tipología de proyecto de electrificación.

La empresa emplea hoy una planilla básica de Excel que incorpora los ingresos por la tarifa básica residencial basados sólo en la demanda estimada a través de la potencia instalada y apreciaciones de expertos técnicos en el área eléctrica. Como ejemplo, actualmente los consumos de energías son estimados de igual medida cada mes del año y no presentan diferencias anuales.

Estas estimaciones son poco precisas y generales, generando incertidumbre y pudiendo provocar sobreestimar o subestimar retornos por este tipo de proyectos. En el caso de costos sólo incorpora la compra de energía y potencia, excluyendo entre otros pérdidas de energía y potencia; costos de operación y mantenimiento; y costos administrativos

La empresa Copelec Ltda. requiere una herramienta que le entregue la información necesaria para contar con una mayor certeza en la toma de decisiones correspondientes a las negociaciones de sus proyectos.

Ante lo anterior la realización de este proyecto de título pretende determinar y medir los costos y beneficios que están asociados a la distribución y comercialización energética a los proyectos del tipo “villa” y evaluar su rentabilidad. Se sugirió el desarrollar un sistema dinámico, actualizado y que incorpore todos los antecedentes económicos para estos proyectos de electrificación.

Este sistema se ajusta según las diferentes características y condiciones que estos presenten, entregando como resultado estimaciones más exactas de la rentabilidad generada por el proyecto y un análisis de sensibilidad ante diferentes escenarios. La finalidad es entregar a la empresa toda la información que se ajuste a sus necesidades y que permita realizar mejores negociaciones para obtener mayores beneficios económicos a futuro.

1.2 Objetivos del proyecto

1.2.1 Objetivo General

Como objetivo principal se propone un nuevo sistema que permita evaluar la rentabilidad económica de diferentes proyectos tipo “villa” en la empresa de servicios de distribución eléctrica Copelec Ltda.

1.2.2 Objetivos específicos

Los objetivos específicos para lograr este sistema son:

- Estimar el consumo de energía por vivienda para los diferentes tipos de proyectos “villa”.
- Estimar los ingresos y egresos de un proyecto base.
- Proponer un sistema de evaluación que contemple el análisis de sensibilidad.

1.3 Delimitación del proyecto

El sistema propuesto sólo evaluará la rentabilidad de proyectos “villa”. El sistema no será útil para evaluar otros tipos de proyectos eléctricos.

La realización de este estudio pretende determinar y medir principalmente los costos y beneficios asociados a la distribución y comercialización energética a proyecto del tipo “villa”. Por lo que cabe destacar que el interés de este estudio es medir sólo impactos estrictamente económicos para la empresa Copelec Ltda.; no busca medir aquellos que se encuentren relacionados con el ámbito social, político o ambiental.

1.4 Justificación del proyecto

Cualquier organización, independientemente del ámbito en que se desenvuelve, busca desarrollar proyectos y aprovechar oportunidades en el mercado.

El desarrollar proyectos de inversión en empresas privadas que tiene como finalidad la entrega de bienes y servicios, tienen como objetivo el lograr conseguir aumentar las utilidades. Debido a esto, se necesita una correcta toma de decisiones sobre la ejecución de un proyecto de inversión, de modo que no se susciten desequilibrios económicos perjudiciales que introduzcan riesgos a la organización a la hora de buscar alcanzar sus objetivos económicos.

La realización de este estudio se justifica en que aun cuando la empresa Copelec Ltda. cuenta actualmente con una herramienta que mide los retornos económicos futuros que se generarían a través de sus proyectos de electrificación para un conjunto de viviendas, ésta no se encuentra actualizada y presenta desaciertos en su metodología.

La medición de la rentabilidad a la hora de desarrollar proyectos, especialmente cuando se presentan de forma constante y que son una parte importante del desarrollo de los ingresos de la empresa, es fundamental para toda organización actualizada y que busca tomar decisiones certeras y eficientes.

Aun cuando estas mediciones son estimaciones y pueden presentar diferencias con la realidad, proporcionan información relevante para: entender el comportamiento de los beneficios futuros de un proyecto, decidir si es adecuada la realización de una inversión, identificar mejoras en la optimización y asignación de recursos en sus procesos y conseguir una mejor toma de decisiones hoy para mejorar el margen de beneficios en el tiempo.

Todos estos beneficios tienen como finalidad el alcanzar lo que toda empresa busca, trabajar más eficientemente y maximizar sus ganancias.

CAPITULO 2 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

La situación en que se encuentra el estado de la economía este último tiempo tiene en alerta al mundo empresarial. United Nations Department of Economic and Affairs (2015) informó públicamente mediante un reporte entregado en enero de 2015 que se espera que Latinoamérica recupere su economía de forma moderada este 2015, pero que aun así persisten riesgos (Ejemplo la desaceleración de China y los cambios en las perspectivas de inversión) que aún afectan en forma considerada la actividad económica.

Es por esta situación que las empresas deben ser capaces de medir los beneficios de sus proyectos y evaluarlos en el tiempo con el fin de poder conocer y controlar su comportamiento para tomar medidas hoy que permitan maximizar aún más sus beneficios como empresa a futuro.

2.1 Rentabilidad Económica

Este concepto dimensiona la capacidad de poder generar un beneficio a través de inversiones realizadas. En el caso del área empresarial, mide con qué nivel de eficiencia la empresa está utilizando sus recursos.

En el área del beneficio económico esta se mide mediante los ingresos de la empresa restando los costos no financieros involucrados. Por esto éste concepto se conoce como “beneficio antes de intereses e impuestos” o también “beneficio operativo o bruto”.

2.2 Proyectos de inversión

Primero debemos comenzar por entender en que consiste un proyecto. Sapag N. y Sapag R (1991) lo presentan como una conveniencia que de alguna forma pueda solventar una necesidad humana, pero de manera eficiente, segura y rentable, es un “problema económico”. ILPES (2001) lo define como una solución a través de la producción de algún bien o servicio mediante técnicas que permitan obtener un resultado o ventaja económica o social.

Miranda (2005) plantea la construcción de un proyecto como una gestión, o un proceso inteligente “ciclo del proyecto” que busca orientar adecuadamente los recursos que se manejan buscando siempre un crecimiento social y económico. Este ciclo comienza desde que se concibe la idea hasta que se implementa la acción o proyecto.

La Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (2006) determina que los proyectos son una forma de inversión, que permiten aumentar el crecimiento de la economía, el desarrollo y poder disminuir la pobreza. “Posibilita la capacidad de producción en una economía, el manejo de la creación de trabajo, traer innovación y nuevas tecnologías, y aumenta el crecimiento de los ingresos. Los beneficios de la inversión en las economía emergentes están desigualmente compartidos entre sectores y regiones”.

2.2.1 Evaluación económica de un proyecto

Existen diferentes maneras de evaluar un proyecto, Sapag N. y Sapag R (1991) plantea que su evaluación busca entregar antecedentes económicos para “juzgar cualitativa y cuantitativamente las ventajas y desventajas de asignar recursos a una determinada iniciativa”. Progue (2010) expresa además que toda decisión que involucre dinero en un negocio es una decisión financiera.

Con un similar pensamiento pero abarcando las aristas en cuando un proyecto es adecuado, Baca Urbina (2001) agrega que solo se debe asignar los escasos recursos económicos a un proyecto si éste es la mejor alternativa y plantea que aún no se puede determinar una técnica que aplique a todos los proyectos de manera óptima debido al carácter de cada uno.

Ambos coinciden en que el propósito de la evaluación es el perfeccionar la efectividad en la distribución de los recursos de manera de optimizarlos y conseguir que los rendimientos sean positivos, o si ya se presenta ese caso, incrementarlos mediante alternativas efectivas en base a los objetivos de quien invierte en un determinado proyecto.

Con otro punto de vista, Fontaine (2008) indica que el proceso de la evaluación de un proyecto debe considerarse más como un juicio general de la conveniencia de una proposición y del cual se genera interés en el momento en que se presentan contraposiciones en los objetivos. En múltiples ocasiones los objetivos que se busca en el ámbito económico chocan con un juicio de lo que es correcto a la hora de implementar algunas medidas, y esta situación es necesaria para alcanzar de mejor manera los objetivos deseados.

Por esto Sapag N. (2001) plantea que una evaluación de proyectos jamás es exacta en sus resultados, y busca poder modelar el comportamiento de la realidad para que sea una herramienta de apoyo útil a la toma de decisiones.

Sapag N. y Sapag R. (1991) desglosa el estudio de un proyecto en dos grandes etapas: La preparación y la evaluación. Este proceso se presenta en la figura 1.

Estudio de Proyecto				
Preparación o Formulación				Evaluación
Obtención de la información			Construcción del flujo de caja	
Estudio de Mercado	Estudio Técnico	Estudio de la Organización	Estudio Financiero	

Figura 1. Proceso de evaluación de proyectos.

Fuente: Sapag N. y Sapag R. (1991)

Preparación o Formulación

Define las características o variables que influyan significativamente en el flujo de ingresos y costos monetarios al proyecto. La información se obtiene a través de tres aspectos de estudio:

- **Estudio Mercado:** Busca estimar la cantidad demanda de un producto o servicio a lo largo del tiempo para un proyecto y el cual está determinado por las necesidades que buscan suplir las personas. Según Sullivan y Sheffrin (2003), la demanda mide la voluntad que tiene un comprador y la habilidad para pagar el precio por una cantidad específica de un buen servicio.

La estimación se puede hacer a través de múltiples técnicas como: métodos subjetivos (existe insuficiencia de datos), métodos causales (basados en antecedentes cuantitativos históricos y que condicionan a una variable) y los métodos de serie de tiempo (serie de observaciones cronológicas independientes y espaciados de manera uniforme).

- **Estudio Técnico:** Recopila información que involucra los procesos para la producción del producto o entrega de un servicio. Dentro de esta información se encuentra: Los alcances de un proyecto, su tamaño, los procesos de producción o entrega del servicio y la capacidad productiva, tecnologías usadas, materia prima y equipamiento, obras físicas y su locación, entre otras.
Según Krajewski, Ritzman, & Malhotr (2009) se define a un proceso como la implicancia del uso de recursos en una organización para poder transformar estos en un producto o servicio.
- **Estudio Organizacional:** Determina el nivel, calificación y número del personal necesario para los procedimientos administrativos fundamentales en todo proceso productivo. Según Sapag N y Sapag R (1991) normalmente en los procesos de preparación y evaluación de proyectos “Se ha estimado que los procedimientos administrativos deben cuantificarse y calcularse como un porcentaje dado del costo total del proyecto.”. (pág. 179).

Posteriormente es necesario realizar un análisis y decidir en base a los antecedentes del proyecto y sus características las inversiones necesarias del proyecto:

- **Estudio Financiero/Económico:** Recopila y sintetiza toda la información y antecedentes cuantitativos anteriores, en términos monetarios, para determinar la inversión requerida en un flujo de caja; además determina el financiamiento y sus alternativas.

Esta busca identificar los ingresos gracias a la demanda estimada, como también los costos asociados al inicio para la puesta en marcha del proyecto, como a los de la producción lo largo del tiempo: materia prima, mano de obra, pagos a lo largo del tiempo, etc. Según Walther (2010), los costos poseen distinta naturaleza, pueden ser tanto fijos como variables. Los costos variables van a variar en proporción directa con los cambios del nivel de una actividad productiva.

Estos valores finalmente se proyectan a futuros y poder observar la rentabilidad el proyecto, generalmente el periodo de proyección va de 7 a 10 años para una medición efectiva.

Aun cuando las metodologías de evaluación son múltiples debido al contexto de la existencia de diferentes tipos de proyectos y que no existe un mecanismo único para tomar una decisión, la mayoría se centra en determinar una idea que permita solucionar una problemática de manera eficaz y eficiente mediante un análisis de los factores que pueden incidir en un proyecto en la medición de su rentabilidad.

La última etapa es la evaluación, la cual busca con metodologías y diferentes técnicas e indicadores adecuados determinar la rentabilidad de la inversión en el proyecto. Para Sapag C. y Sapag N. (1991), la evaluación consiste en comparar los beneficios proyectados a percibir de una inversión con su los costos incurridos, con el fin de determinar qué tan rentable es un proyecto. “Todas las medidas de valor de las inversiones que se desarrollan tienen por horizonte la maximización de los beneficios monetarios.” (pág. 263).

Dentro de la evaluación de proyectos se presentan múltiples indicadores de la medición de la rentabilidad de un proyecto, dentro de los más conocidos se encuentran:

Valor Actual Neto (VAN): Permite calcular el valor presente de los flujos de caja futuro extendido por varios meses o años que se originan por una inversión. En términos de "pesos de hoy" logra decidir si un proyecto es rentable. Esto sucede cuando su valor es mayor a 0, y cuando no es rentable, cuando es menor a 0; según la tasa de referencia optada.

Índice del Valor Actual Neto (IVAN): Mide el valor presente del proyecto por unidad de inversión. Calcula cuanto VAN aporta cada peso invertido en el proyecto.

Razón Beneficio /Costo: Beneficio recibido por cada unidad monetaria incurrida en un proyecto a lo largo de su vida útil, incluyendo la inversión inicial. Si es mayor a uno se considera rentable debido a que el beneficio supera al costo, si es igual a uno no hay pérdida ni beneficios, y en el caso que sea menor a 1 se considera un proyecto no rentable.

Este indicador tiene la desventaja que no considera el tamaño del proyecto y en general debe usarse en conjunto con los otros indicadores.

Tasa Interna de Retorno (TIR): La tasa de descuento o costo de capital (medida que se aplica para determinar el valor actual de un pago futuro) con la que el Valor Actual Neto tiene un valor de cero. La TIR puede utilizarse como indicador de la rentabilidad de un proyecto, si es mayor a la tasa de descuento del proyecto implica que éste da una rentabilidad mayor a la mínima requerida, en caso contrario no alcanza la mínima requerida para que sea rentable.

Periodo de la Recuperación de la inversión (PRI): Indicador que logra medir el plazo de tiempo que se requiere para que los flujos de una inversión recuperen el costo o inversión inicial desembolsada. Este se calcula acumulando los flujos netos de efectos hasta llegar a cubrir el costo de la inversión.

Toda la información anteriormente revelada es presentada en condiciones de riesgo e incertidumbre. Es por esto que al presentar una evaluación de proyectos es necesario entregar la mayor cantidad de antecedentes que sean de utilidad en el juicio a la hora de tomar decisiones, por lo que para incorporar el valor del riesgo a los pronósticos presentados, se pueden desarrollar análisis de sensibilidad aplicables a las mediciones de los márgenes de beneficio económico.

2.3 La distribución eléctrica en Chile

2.3.1 Breve descripción de la industria eléctrica

El proceso de la entrega del insumo de energía eléctrica a la población requiere de varios procesos interrelacionados y conectados, pero aún en esas condiciones se manejan como negocios independientes dentro del mercado. Las etapas que se presentan en la industria eléctrica son las siguientes cuatro formas secuenciales de negocio: Generación, transmisión, distribución y comercialización.

Este proceso se realiza a través del sistema eléctrico chileno, en el cual existen cuatro sistemas interconectados dentro del país. El Sistema Interconectado del Norte Grande (SING) que cubre el territorio norte del país hasta la ciudad de Antofagasta, el Sistema Interconectado Central que se encuentra entre Taltal y Chiloé y el Sistema de Magallanes que abastece a la XII Región.

Todas las empresas presentes en esta Industria tanto de generación, transmisión, distribución y comercialización de energía, son regularizadas y controladas a través de del estado, pero funcionan en base a capitales privados en su totalidad, es decir, administradas por las empresas dedicadas al rubro en base al dinero aportado por inversionistas en esta. En la industria chilena, existen aproximadamente 40 empresas generadoras, 10 empresas transmisoras y 35 empresas distribuidoras, a lo largo del país.

Dentro de las principales institucionalidades vigentes para la distribución eléctrica se encuentran:

- Comisión Nacional de Energía (CNE): Organismo público que elabora y coordina los planes, políticas y normas necesarias para el buen funcionamiento del sector energético del país. Además, calcular las tarifas y peajes aplicados en el servicio.
- Ministerio de Economía Fomento y Reconstrucción: Elabora los decretos a de fijación de las tarifas eléctricas y precios de nudo según los resultados entregados por la CNE. Fija también las normas y reglamentos que elabora la

Superintendencia o la Comisión para otorgar las concesiones para los servicios públicos de distribución.

- Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC): Fiscaliza y vigila el cumplimiento de las disposiciones legales y normas técnicas sobre instalaciones de electricidad, combustible líquido y gas.

2.3.2 Sector de Distribución

La actividad de este sector es transportar la energía a voltajes de menor valor, desde los nodos conectados al sistema de transmisión hacia los usuarios finales, quienes son los clientes que demandan la energía según sus necesidades, por lo que las empresas compran y venden: energía ,potencia y servicios.

Conocido como un mercado regulado tanto desde la compra de energía hasta la venta a los usuarios, las empresas tienen por obligación prestar suministro ante cualquier necesidad por parte de un usuario operando bajo un régimen de concesión de servicio público de distribución, con obligación de servicio y con tarifación regulada.

El crecimiento y extensión del desarrollo urbano geográficamente, debido a la alta densidad de viviendas en las zonas urbanas a implicando que las empresas distribuidoras expandan sus redes. Además, el nivel de consumo de energía ha crecido por la llegada del desarrollo tecnológico, aumentando el uso de equipos eléctricos y la automatización no solo en las industrias, sino también en la vida diaria de la comunidad.

Hasta el año 2013 se registran 42 empresas dedicadas a la distribución de energía a lo largo del país. Dentro de la VIII región, área geográfica que abarca hoy en día Copelec en la entrega de sus servicios, existen múltiples empresas que también concentran sus actividades al rubro de la distribución de energía dentro de esta zona: La principal y de mayor cobertura es CGE, junto a sus subsidiarias EMELETRIC Y EMETAL, también están COOPELAN, FRONTEL, LUZPARRAL Y COELCHA.

En la tabla 1, se presenta las empresas que participan en la distribución de energía en la región del Bío Bío hasta el año 2013 y el nivel de clientes y venta de energía para ese año.

Tabla 1: Empresas de distribución de energía en la VIII región hasta el año 2013.

Nombre de la empresa	Región de Distribución	Clientes Regulados al 31.12.13	Compra GWH	Venta GWH
EMELECTRIC	V, RM, VI, VII y VIII	252.621	1.319,5	1.199,3
CGE DISTRIBUCIÓN	RM, VI, VII, VIII y IX	1.399.839	8.050,7	7.751,7
COPELAN	VIII	16.896	90,2	76,3
FRONTEL	VIII y IX	321.737	970,3	822,3
LUZPARRAL	VII y VIII	19.034	80,1	68,6
COELCHA	VIII	11.384	55,1	46,9
COPELEC	VIII	43.639	151,1	117,0

Fuente: Comisión Nacional de Energía. (2014). *Estadísticas sector eléctrico en Chile: Producción y consumo: Antecedentes de Consumo en Distribución*. Chile: CNE.

Por lo presentado CGE (2014) en su memoria anual hasta ese año contaban con un total de 1.767.275 usuarios conectados, de los cuales 583.627 corresponden a la zona sur del país y liderando como el mayor competidor dentro del mercado de distribución en la VIII región, seguido por Frontel y finalmente dejando en tercer lugar a Copelec Ltda.

2.4 Proyectos de suministro eléctrico

Un proyecto eléctrico tiene como finalidad el poder distribuir y alimentar energía hacia un punto deseado los cuales pueden ser hogares, villas, edificios completos o empresas. Estos usuarios presentan necesidades de energía para la iluminación, calefacción, comunicación y otros usos como aparatos tecnológicos o equipos electrónicos.

Proceso de suministro de energía

La generación de energía se realiza en centrales eléctricas en donde existen fuentes para generar altos niveles de producción de electricidad continua (no puede almacenarse y debe consumirse en el momento) para adaptarse a la demanda. Posteriormente a través de redes de transportes, se transmite la energía por líneas y equipos diseñados para llegada a las subestaciones y finalmente a los puntos de utilización de la energía,

En Chile se considera transmisión a toda línea o subestación con voltaje o tensión superior a 23.000 Volt. Estas subestaciones transforman la energía reduciendo la tensión de la electricidad a las estaciones de distribución, donde se presentan también líneas, subestaciones menores y equipos en donde las compañías distribuidoras entregan el servicio eléctrico, reduciendo aún más la tensión a valores utilizables para los usuarios finales. En la figura 2 se puede observar un diagrama que esquematiza las etapas del sistema de suministro de energía.

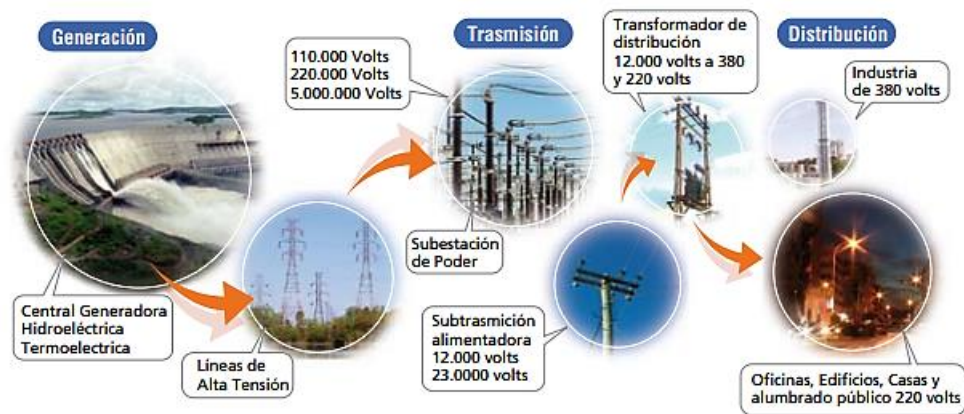


Figura 2. Proceso de suministro eléctrico en Chile.

Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas. (Septiembre, 2008). *Boletín Informativo de Energía (Pág. 8)*. Chile.

CAPITULO 3 METODOLOGÍA

3.1 Estimación de la demanda

3.1.1 Descripción del sistema de distribución de Copelec

Para comprender el proceso de distribución en la entrega de energía, es necesario conocer todos los actores y procesos que permiten la electrificación de un usuario por parte de la empresa distribuidora. En conjunto con el subgerente se estudió y esquematizó en una figura simple el proceso de la entrega de suministro al cliente, desde la compra de energía hasta que esta llega al usuario final.

3.1.2 Categorización de proyectos

Para lograr estimaciones más certeras de la demanda para cada proyecto, se realizó una clasificación de los proyectos eléctricos de la organización, los cuales pueden presentar diferentes etapas o estados hasta concretar la entrega del servicio a sus usuarios. Estos estados se definen en la tabla 2.

Tabla 2: Estados de proyectos “villa” de Copelec Ltda.

Estado del proyecto	Características
Terminado	El proyecto se encuentra construido. No se efectuarán más trabajos o etapas de construcción por el momento. Las redes y servicios eléctricos se encuentran ya en funcionamiento y todos sus clientes se encuentran conectados.
En ejecución	En este estado el proyecto se encuentra en estado de construcción de las redes. Pueden ser un proyecto nuevo o ampliaciones de nuevas conexiones de suministro debido a nuevas etapas. Los clientes del servicio aún no se encuentran conectados.
Por Iniciar	No se ha activado la inversión del proyecto, para el comienzo de la construcción para el servicio. Clientes no conectados.

Fuente: Elaboración propia.

La categorización de los tipos de proyecto busca diferenciar el nivel socioeconómico que puede presentar la familia que adquiere la vivienda y a su vez identificar el nivel de consumo energía por parte de éstas. Como cada tipo de vivienda puede presentar diferentes consumos de energía, se desarrolló diferentes estimaciones de la demanda de energía para que al evaluar cualquier tipo de proyecto, éste pueda relacionarse y ajustarse a alguna de las estimaciones de este estudio.

Esta clasificación de los tipos de proyecto se generó en base al valor del mercado al cual se vende la vivienda y se obtuvo investigando éste valor en el mercado a través de los sitios web de las constructoras donde se publicitó la vivienda.

En un comienzo la clasificación principal de consumo fue en social, media y alta, pero luego de realizar un estudio del nivel de consumo de estas tres se presentaron diferencias evidentes entre las dos categorías más altas, por lo que con esta información y con la sugerencia del jefe de atención de nuevos usuarios se dedujo separar esta categoría en dos rangos.

Finalmente se determinó generar las siguientes 4 categorías:

- **Clase Social:** Comités o proyectos de viviendas de carácter social, las cuales corresponden a usuarios que no superen una valorización de sus vivienda mayor a las 520 UF.

Basado en lo definido en el Dictamen N°50.892 por la Contraloría General de la República de Chile (2008), en donde para el caso de proyectos que involucren viviendas sociales y son construidas por empresas particulares se establece que de manera general, el valor máximo que puede tener una residencia de tipo social es de 520 UF.

- **Clase C:** Condominios o proyectos en que la valorización de sus viviendas se encuentren entre los valores 520 UF y 1500 UF.

Se decidió limitar el valor de la vivienda en 1500 UF tomando como referencia lo que considera el Ministerio de Vivienda y Urbanismo de Chile a la hora de entregar subsidios a familias de clase emergente o media, para la cual una condición es que la vivienda no debiera superar un valor de 2000 UF.

- **Clase B:** Condominios o proyectos de usuarios donde el valor de sus viviendas se encuentren mayor a 1500 UF y menor o igual que 3000 UF.
- **Clase A:** Condominios o proyectos de usuarios donde el valor de sus viviendas se encuentren mayor a 3000 UF.

3.1.3 Base de información para la estimación

3.1.3.1 Selección de datos

Varios proyectos tipo “villa” en la empresa aún se encuentran en construcción o conectados hace un periodo corto de tiempo, por lo que la información del consumo histórico en cada categoría se obtuvo sólo de proyectos ya en funcionamiento y un consumo mínimo de 12 meses por usuario. Esto busca evitar muestras atípicas a razón del bajo consumo por la reciente conexión del servicio.

La validez de la información esta correlacionada principalmente con la cantidad de antecedentes y la calidad de la información que se presenta. Se debe considerar que estos datos pueden contener imprecisiones como mala toma de lectura por el personal, errores de la información o posibles fallas o malas condiciones del medidor del cliente. Como la probabilidad de que se produzcan estos inconvenientes es muy baja comparado con el número de usuarios que presenta la empresa, se asumió que la información recolectada cumple con lo necesario para ser utilizada en este estudio.

3.1.3.2 Levantamiento del consumo de energía por categoría

Para extraer información que sea representativa para medir el consumo de energía por parte de los usuarios, se debe determinar un tamaño de muestra adecuado para cada una de las categorías. Como en este caso se presenta un universo finito de datos (número de usuarios conectados en la distribuidora) se utilizó la ecuación 1 para determinar el tamaño de muestra adecuado.

Ecuación N°1 Tamaño de muestra para un universo finito

$$n = \frac{N \cdot Z^2 \cdot \sigma^2}{(N - 1) \cdot e^2 + Z^2 \cdot \sigma^2}$$

Donde:

- **n**: Tamaño de la muestra necesario.
- **N**: Tamaño del universo de datos (total de usuarios conectados en cada categoría).
- **Z**: Desviación del valor medio que aceptamos para conseguir el nivel de confianza deseado. Se determinó trabajar con un nivel de significación de un $\alpha= 0,1$ fijando un nivel de confianza de un 90%. Este valor corresponde por tabla normal a un $Z=1,645$.
- **e**: Margen de error máximo admitido. Se definió en este estudio como un error de 10 kWh de consumo para cada categoría.
- **σ** : Desviación estándar (dispersión de los datos con respecto al valor promedio).

Primero, se determinó usar una muestra piloto de 30 observaciones para usuarios de proyectos en funcionamiento de cada categoría.

Ingresando al sistema computacional de Copelec, donde se registra los consumos facturados por cliente, se accedió a través del número de estudio y presupuesto (Código de proyecto) y finalmente a la nómina de clientes conectados, seleccionando aleatoriamente 30 observaciones de consumo mensual de diferentes clientes. Las muestras piloto extraídas para cada una se encuentran en el Anexo 1.

A continuación en la tabla 3 se presentan los tamaños de muestra adecuado para cada categoría de proyecto según el universo de datos presente y las desviaciones estándar determinadas por la ecuación 2, para el cálculo del tamaño de muestra.

Ecuación N°2 Desviación estándar de muestra piloto

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{N'}}$$

Donde:

- $\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2$: Sumatoria de las diferencias al cuadrado entre la observación y la media.
- **N'**: Número total de observaciones. Como en este caso se hará uso de una muestra piloto para estimar este valor, se utilizará un $N' = 30$.

Tabla 3: Tamaño de muestra por categoría de proyecto

Categoría	Tamaño del universo (N)	Desviación estándar para muestra piloto (σ)	Tamaño de muestra adecuado (n)
Social	450	42,75	44
Clase C	231	49,13	51
Clase B	291	615	75
Clase A	25		25*

* *Universo pequeño de usuarios conectados debido a que la mayoría de sus proyectos aún se encuentran en construcción. Se emplearon todas las observaciones disponibles hasta la fecha para estimar el consumo promedio de un usuario.*

Fuente: Elaboración propia.

De la misma manera que para la muestra piloto, se ingresó al sistema y se extrajo el consumo de los últimos doce meses (Agosto de 2014 a Julio de 2015) para el número de usuarios del tamaño de muestra definido. Finalmente se determinó el consumo promedio mensual a lo largo de un año para un cliente en cada categoría a través de las muestras, el cual se presenta en los resultados de este informe.

3.1.4 Estimación del consumo de energía por categoría

3.1.4.1 Método de proyección

Debido a la escasez de registros históricos de consumo por usuario de la mayoría de los proyectos (en promedio 2 a 3 años de consumo), se dificultó observar el comportamiento del consumo a lo largo del tiempo.

En este proyecto, se decidió utilizar la información histórica general del consumo promedio por cliente residencial de Copelec. Estos registros fueron proporcionados por el Jefe de Facturación de la empresa y aplicaron más adelante para lograr estimar el consumo para las diferentes categorías anteriormente definidas.

A través del análisis del comportamiento histórico de un usuario residencial presentado en los resultados de este informe, se determinó emplear el método de descomposición de serie para estimar el consumo de energía promedio para un usuario general de la actividad

residencial. La selección de este método se basa en el comportamiento observado y en que empleado generalmente para lograr pronósticos de mediano y largo plazo.

La consideración para un largo plazo de un horizonte de tiempo dependerá de la industria bajo estudio y las decisiones a tomar con dichas estimaciones. Como referencia, para Gonzalo Ríos (2008) la industria del cobre (relacionada directamente a la operatividad de los materiales de la industria eléctrica) se considera como mediano plazo entre 1 y 6 años en el caso de estimaciones para decisiones de evaluación de resultados y nuevos negocios. Para el largo plazo este autor considera entre 6 y 50 años cuando son empleadas para decisiones del área de planificación de la producción y evaluación de proyectos.

Basándonos en esta información, se determinó estimar los datos para un periodo de 15 años. Aun así, se debe tener en cuenta que las estimaciones generadas en este proyecto de título se pueden presentar cierto grado de incertidumbre por el alcance mayor de tiempo de evaluación, debido a posibles variables emergentes que pueden presentarse en un futuro.

Estas estimaciones más adelante serán empleadas para proyectar el consumo de energía eléctrica para los usuarios en cada categoría.

3.1.4.2 Aplicación del método de proyección

Una vez obtenida las estimaciones del consumo para el usuario residencial hasta el año 2030, se determinó la tasa de crecimiento anual para cada mes del consumo de energía residencial dentro de los próximos 15 años a través de la ecuación 3.

Ecuación N°3 Estimación de tasas de crecimiento anual del consumo mensual (C_t)

$$C_t \text{ mensual} = \frac{DR'_t - DR'_{t-1}}{DR'_{t-1}} * 100$$

Dónde:

- C_t mensual :Tasa de crecimiento mensual, en (%).
- DR'_t :Proyección consumo promedio en un determinado mes de usuario residencial , en (kWh/mes).
- DR'_{t-1} :Proyección consumo promedio del mes en el año anterior de usuario residencial, en (kWh/mes).

Al momento de realizar las estimaciones, sólo existía el consumo hasta julio de 2015, por lo se decidió aplicar la tasa estimada de crecimiento promedio anual de 2015 al consumo de los meses de agosto a diciembre de 2014, correspondiente a un 4,53% de manera de lograr estimar los consumos futuros. Esta metodología se aplicó debido a que el comportamiento de los usuarios de Copelec, presentado en los resultados de este informe, no tienen un consumo lineal a lo largo del tiempo. Estos usuarios presentan cada año un crecimiento de su consumo de energía, el cual debe ser incorporado para las estimaciones de años posteriores.

Luego de obtener la estimación del consumo anual de energía de 2015, se aplicaron las tasas de crecimiento promedio para cada año posterior de manera de obtener las proyecciones de consumo correspondientes a cada año para cada categoría. Esto se hizo utilizando la ecuación 4.

Ecuación N°4 Estimación consumo anual para un cliente

$$D'_t \text{ anual} = D'_{t-1} \text{ anual} + (D'_{t-1} \text{ anual} * C_t \text{ anual})$$

Donde:

- $D'_t \text{ anual}$: Estimación del consumo anual para los próximos doce meses, en kWh/año.
- $D'_{t-1} \text{ anual}$: Estimación del consumo de los doce meses anteriores, en kWh /año.
- $C_t \text{ anual}$: Tasa estimada promedio de crecimiento anual (%) para el año t.

3.1.4.3 Estimación de la demanda de energía por proyecto

La demanda de energía de un proyecto dependerá de la categoría en la cual se clasifique. Además, se suma que dependerá de la cantidad de usuarios que ésta abastece, por lo que para estimar la demanda total de cada proyecto se utilizó la ecuación 5.

Ecuación N°5 Estimación consumo anual total para un proyecto de una determinada categoría.

$$D_{\text{anual-proyecto}} = D'_t \text{ anual} * n$$

Donde:

- $D_{\text{anual-proyecto}}$: Demanda estimada total para proyecto en el año estimado, en kWh.
- $D'_t \text{ anual}$: Demanda estimada en el año para usuario del proyecto, en kWh.
- n : Número de usuarios dentro del proyecto.

Se debe considerar que, generalmente en proyectos de electrificación, no todas las viviendas se encuentran energizadas al momento inicial de conectar el proyecto a las redes de la empresa, por lo que se debe incluir esta leve pérdida de demanda.

De las mismas muestras de usuarios que se extrajeron por categoría, se verificó la fecha de inicio de consumo por el usuario y se comparó con la fecha de conexión del proyecto al cual pertenece, de manera de calcular el porcentaje promedio de la demanda total alcanzada en los primeros 12 meses por cada usuario. Promediando estos valores, se conoció el grado promedio de la demanda de energía total que se espera alcanzar dentro del primer año de funcionamiento del proyecto.

Los porcentajes del consumo de energía que se espera alcanza en los primeros 12 meses desde el inicio de conexión del proyecto se presentan en la tabla 4.

Tabla 4: Porcentajes de consumo de energía alcanzado en el año 1 de conexión.

Categoría	Porcentaje de consumo alcanzado en el año 1
Clase Social	80,00%
Clase C	62,87%
Clase B	62,00%
Clase A	62,22%

Fuente: Elaboración propia

Estos grados de conexión fueron incorporados dentro del sistema a las estimaciones del consumo por categoría para el primer año, de manera de ajustar la demanda de energía incorporando estas diferencias que pueden presentar inicialmente al conectar el proyecto.

3.1.5 Estimación de la demanda de potencia por categoría

La demanda de potencia máxima que alcanza un usuario es registrada durante el horario punta del servicio de distribución de energía. La demanda en punta de potencia del sistema, se estima a través del mayor valor en un rango de 12 meses, para los meses de abril, mayo, junio, julio, agosto y septiembre de 18:00 a 23:00 horas entre abril y septiembre.

3.1.5.1 Método de proyección

Para estimar la demanda máxima de potencia promedio por usuario del proyecto (P_v) en cada categoría, suponiendo un comportamiento similar de los usuarios dentro del proyecto, se utilizó la siguiente ecuación 6.

Ecuación N°6 Estimación demanda de potencia máxima promedio de un usuario.

$$P_v = \frac{D'_t \text{ anual}}{f_c * 8760 \text{ hr}}$$

Donde:

- f_c : Factor de carga.
- D'_t anual :Estimación del consumo anual para los próximos doce meses, en kWh/año.
- 8760 = horas anuales.

La determinación del factor de carga (f_c) y el factor de coincidencia (f_{coin}) se hizo través de la ecuación 7.

Ecuación N°7 Cálculo del factor de carga (f_c)

$$f_c = \frac{NHUDB * f_{coin}}{t}$$

Donde:

- f_{coin} = FDPPB : Factor de coincidencia en baja tensión de las demandas presentes en punta del sistema de distribución.
- NHUDB: N° de horas de uso para el cálculo de potencia base coincidente con la punta del sistema de distribución.
- t : Número de horas mensuales (mes de 30 días).

Finalmente, se definió el factor de carga como:

$$f_c = \frac{NHUDB * FDPPB}{t}$$

Para los valores FDPPB Y NHUDB se consideraron los valores presentes para Copelec en la tabla 7.5 del último decreto tarifario establecido por el Ministerio de Energía, Decreto N°1 de Tarifas de Distribución desde noviembre de 2012 a noviembre de 2016.

Con estos valores se determinó el siguiente factor de carga:

$$f_c = \frac{NHUDB * FDPPB}{t} = \frac{380 * 0,7}{720} = 0,3694$$

Aplicando el factor de carga a los diferentes consumos anuales de energía por usuario promedio en cada categoría, se obtuvo la estimación de las potencias máximas de un usuario por categoría para los próximos 15 años.

3.1.5.2 Aplicación del método de proyección

El método se aplicó para las estimaciones del consumo de energía de los próximos 15 años, de manera de obtener las estimaciones de la demanda de potencia por usuario en cada categoría a través de la ecuación 6. La potencia estimada se irá ajustando a lo largo de todo el periodo de evaluación del proyecto y el número de usuarios que éste contemple.

3.2 Estimación de ingresos y egresos

3.2.1 Ingresos por proyecto

Los ingresos para una empresa distribuidora se generan en base a la tarifa eléctrica cobrada al usuario, la cual se aplica mensualmente en base a su consumo. Los tipos de tarifas existentes y su metodología de determinación, se encuentra detallado en el Anexo 3.

Un cliente del tipo “villa” posee una tarifa BT-1 correspondiente a la zona de concesión donde se ubica la localidad del proyecto. Esta tarifa es la más común para un usuario residencial y se aplica para una potencia conectada menor a 10 kW o demanda limitada a este valor (Decreto 1T de 2012 por el Ministerio de Energía publicación presentada en el

Diario Oficial de la República de Chile, en abril de 2013). La tarifa comprende los cargos presentados en la tabla 5.

Tabla 5: Variables de ingreso por tarifa de energía BT-1.

Ingresos por tarifa BT-1	Características
Precio del cargo fijo mensual	Pago que realiza el cliente, el cual no tienen relación al consumo. Esto involucra la toma de lectura del consumo, facturación, reparto y cobranza de boletas. Este es un valor fijo definido de forma mensual.
Precio del cargo por energía base	Corresponde al costo de energía total consumida por el usuario. Este cargo tiene un precio unitario por cada kWh de consumo mensual.
Precio del cargo único por uso de sistema troncal	Pago del cliente por la utilización de las instalaciones del sistema de transmisión troncal y se determina a través de los kWh registrados en el medidor en el periodo de facturación. Este es un ingreso temporal, pues posteriormente la empresa distribuidora entrega este ingreso a SIC por uso del sistema troncal.

Fuente: Elaboración propia

Los valores de estos cargos cambian de manera mensual, siendo determinados y fijados por la CNE para el cobro a los clientes. En el caso del sistema, se utilizó los valores del último mes para la tarifa BT-1 y correspondiente a la zona del proyecto. La información sobre el proceso para la determinación de una tarifa eléctrica se encuentra en el Anexo 4.

En el caso de este proyecto de título no se consideró el cargo por energía adicional de invierno a cada kWh consumido al mes dentro del periodo del mes de Mayo a Septiembre (cobro en que cliente presenta un consumo que excede los 250 kWh/mes), asumiendo el supuesto que el número de clientes que presente esta condición no es significativo para este proyecto.

3.2.1.1 Método de estimación

Para estimar el ingreso por los cargo de la tarifa empleada, se generó una formulación que se ajuste a la demanda del proyecto a través de las ecuaciones 8, 9 y 10. Para este caso, se utilizó la tarifa vigente en el área o zona donde se encuentran ubicadas las viviendas.

Ingreso por cargo fijo

Ecuación N°8 Estimación del ingreso anual por cargo fijo a cliente para un proyecto de una determinada categoría.

$$\text{Ingreso por cargo fijo anual} = \text{Cargo fijo mensual} * n * 12$$

Donde:

- Cargo fijo mensual: Cargo fijo para tarifa BT-1 del último mes + IVA, en \$/mes-usuario.
- n :Número de viviendas dentro del proyecto.

Ingreso por cargo único

Ecuación N°9 Estimación del ingreso anual por cargo único para un proyecto de una determinada categoría.

$$\text{Ingreso por cargo único} = \text{Cargo único} * D_{\text{anual-proyecto}}$$

Donde:

- $D_{\text{anual-proyecto}}$: Demanda estimada total para un proyecto en el año estimado , en kWh/año.
- Cargo único: Cargo por uso del sistema troncal definido en tarifa BT-1 del último mes por cada kWh de consumo + IVA ,en $\frac{\$}{\text{kWh}}$.

Ingreso por energía base

Ecuación N°10 Estimación del ingreso anual por cargo de energía base a cliente para un proyecto de una determinada categoría.

$$\text{Ingreso por energía base} = \text{Cargo de energía base} * D_{\text{anual-proyecto}}$$

Donde:

- $D_{\text{anual-proyecto}}$: Demanda estimada total para un proyecto en el año estimado, en kWh/año. Observar ecuación 5.
- Cargo de energía base : Cargo determinado en tarifa BT-1 del último mes por cada kWh consumido + IVA, en $\frac{\$}{\text{kWh}}$.

3.2.2 Egresos por proyecto

La Superintendencia de Electricidad y Combustible (2010) declara:

“De acuerdo a lo establecido en el artículo 193° de DFL N° 4/20.018 de 2007, son costos de explotación para las empresas distribuidoras el valor de la energía y potencia requerida para la actividad de distribución, calculado con los precios de nudo que rigen en el punto de conexión con las instalaciones de distribución, los costos de operación del sistema de distribución de la energía, los de conservación y mantenimiento, administración y generales.” (Pág. 4)

De la fuente anterior, se consideró que los costos o desembolsos principales que debe realizar una empresa para un proyecto de entrega de suministro eléctrico se dividen en: Inversión, costos de operación, por compra de energía y potencia, operación, mantención y administración.

Inversión del proyecto

Los costos de la inversión son todos los recursos tanto de materiales como mano de obra involucrada para lograr distribuir la energía eléctrica a todas las viviendas del proyecto. Copelec, a través de un estudio en terreno y posterior evaluación, determina la inversión necesaria para la conexión desde el sistema eléctrico hasta las instalaciones de la vivienda.

Estos costos de infraestructura van relacionados directamente con la capacidad de los equipos y estructuras de soporte.

Se debe tener en cuenta que dado que puede existir la capacidad de un crecimiento futuro de la demanda en el proyecto, como nuevas unidades de vivienda (las cuales se valorizan en proyecto eléctrico nuevo), se debe invertir en capacidades mayores de las instalaciones, para en un futuro minimizar los costos medios de tener que volver al desembolsar en nuevos equipos.

Durante una reunión con el profesional a cargo de los cálculos de proyectos, se pudo apreciar que dentro del presupuesto de un proyecto de electrificación se encuentran diferentes costos asociados. Dichos elementos y costos se encuentran detallados en la tabla 6.

Tabla 6: Costos asociados a una inversión de un proyecto de electrificación.

Costos	Detalle
Materiales	Involucra todas estructuras y equipos necesarios para la construcción de la obra y redes de conexión, dentro de cada una además se incluye materiales o insumos necesarios para su instalación. Estos materiales son adquiridos a través de empresas que distribuyen dichos materiales y con las que se tiene contrato. En el Anexo 3 se presenta en mayor detalle los materiales generales que se pueden presentar en un proyecto de electrificación.
Mano de obra (Horas-Hombre)	El valor por mano de obra es cuantificada a través del valor de la hora por la cantidad de horas necesarias para cada estructura o equipo a instalar. Para cada uno de los materiales se exige una cierta cantidad de horas de instalación.
Flete	Costo de traslado de las estructuras y equipos hasta la localización de la obra. Este valor se calcula por cada material o estructura incluido en la obra.
Servicios	Costo de subcontratación de servicios externos que son necesarios para la construcción de alguna parte la obra y que no son realizados por la empresa estos pueden ser: Estudios topográficos, inspecciones de construcción, construcción de líneas subterráneas, retiro de instalaciones, trabajo adicional contratista, brigada de roce, estudios especiales, entre otros.
Gastos	Este valor depende de cada proyecto, y es un costo extra que se puede generar. Si no se utiliza en la obra, pasa a ser ganancia para la empresa.
Imprevistos	Este costo se calcula como un porcentaje sobre el total de materiales y se incluye en los presupuestos para poder responder ante la posibilidad de requerir nuevos materiales a lo largo del periodo de construcción. El porcentaje actual impuesto por la empresa es un 10%.

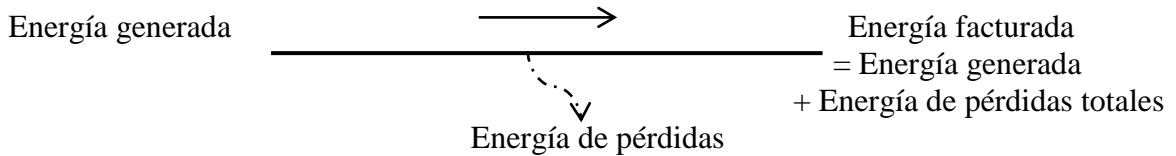
Fuente: Elaboración propia.

Costo de compra de energía y potencia

Los costos de operación corresponden a la adquisición de energía y potencia necesarias para satisfacer la demanda de la localidad o conjunto de viviendas a electrificar, a través de sus precios los cuales son establecidos en el decreto de precios de nudo promedio que se fije, conforme a los sectores de nudo definido.

El costo por la compra de energía y potencia necesaria para abastecer la demanda estimada se mide a través del precio por kWh y kW al que la empresa adquiere la energía y potencia a las empresas generadoras con las que posee licitación. Estos precios son fijados por la CNE y se determina a través del precio nudo promedio de energía y potencia.

En un proyecto de electrificación, debido a condiciones climáticas, el sistema de redes y las instalaciones, se producen pérdidas de energía desde la generación hasta que llega al punto de consumo.



A la compra se les debe sumar además las pérdidas técnicas de energía y potencia, debido a que la tarifa reconoce dentro de su estructura de niveles las pérdidas con la que se lleva a cabo la actividad.

En el caso de la potencia, su cobro dependerá del método de lectura, el cual puede ser por la potencia máxima leída o a través de un contrato de una potencia limitada. Copelec utiliza como método de facturación la demanda máxima leída, las cuales se presentan en el horario punta, que corresponde a los meses de abril a septiembre entre las 18:00 y las 23:00 horas.

Las demandas de potencia se determinan por el promedio de las dos más altas demandas máximas leídas en las horas de punta de los últimos 12 meses, incluido el propio mes que se factura. Para cada kWh de demanda máxima generada en este horario se aplica el precio de nudo de potencia en punta.

Costos por administración

Este costo fijo contempla la lectura de consumos, remisión de facturas y otros documentos, cobranza y atención comercial a través de las oficinas dispuestas, y se produce independiente del consumo del cliente. Se diferencian según el tipo de equipo de medida que haga uso el cliente del proyecto, que para el caso de clientes BT-1 es un medidor simple de energía.

Costo de operación y mantenimiento

Los procesos y actividades sujetas a la operación y mantenimiento tienen como objetivo garantizar la continuidad del suministro eléctrico, analizar el desempeño de las instalaciones del proyecto y mantenerlas en buenas condiciones de funcionamiento, contemplar acciones de reparaciones y gestión de mantenimiento preventivo. Estas actividades pueden requerir material, reposición de instalaciones, personal u otros recursos necesarios para llevarlas a cabo.

3.2.2.1 Método de estimación por proyecto

Se considera que en este proyecto de título, debido a la metodología planteada más adelante en algunos casos, existirá un grado de diferencia entre las estimaciones y la realidad en cuanto a los gastos que se realizan.

Inversión del proyecto

Cada proyecto tendrá un costo asociado a sus diferentes necesidades y capacidades del proyecto, por lo que la estimación de este valor es realizado por profesionales expertos dentro de la organización a través de una evaluación en terreno y el cálculo de los costos iniciales necesarios para lograr llevar la energía al proyecto.

Costos de compra de energía y potencia

Para estimar el cálculo del costo total de la compra de energía por proyecto en su totalidad, se formuló la ecuación 11 presentada a continuación.

Ecuación N°11 Estimación del costo anual de la compra de energía por proyecto (CEPt) para cada categoría

$$CEP_t = [D_{anual-proyecto} + PEP_t] * Pe$$

Dónde:

- $D_{anual-proyecto}$: Demanda estimada total para un proyecto en el año estimado, en kWh/año. Observar ecuación 5.
- PEPt: Estimación de la pérdida de energía anual por proyecto, en kWh/año.
- Pe : Precio compra de energía a empresa generadora + IVA, en $\frac{\$}{kWh}$.

Para la estimación de la pérdida de energía anual por proyecto se utilizó la ecuación 12.

Ecuación N°12 Estimación de la pérdida de energía anual por proyecto (PEPt)

$$PEP_t = D_{anual-proyecto} * \frac{FPE (\%)}{100}$$

Donde:

- $D_{anual-proyecto}$: Demanda estimada total para un proyecto en el año estimado, en kWh/año. Observar ecuación 5.
- FPE : Factor actual de pérdidas de energía en Copelec , en %.

En el caso de la potencia, el cálculo del costo total de la compra para la demanda máxima anual por proyecto en su totalidad se estimó a través de la ecuación 13 presentada a continuación.

Ecuación N°13 Estimación del costo anual por compra de potencia a nivel proyecto (CPPt)

$$CPP_t = [(PU_t * n * 12 meses) + PPP_t] * Pp$$

Dónde:

- PU_t :Potencia máxima por usuario mensual t, en kW/mes .
- PPP_t : Pérdida de potencia máxima anual por proyecto, en kW/año .
- n:Número de viviendas en proyecto.
- Pp: Precio de compra de potencia a la empresa generadora + IVA, en $\frac{\$}{kW}$.

De igual manera que en la distribución de energía, las pérdidas de potencias se estimaron a través de la ecuación 14.

Ecuación N°14 Estimación de la pérdida potencia máxima anual por proyecto (PPP t) para cada categoría

$$PPP_t = PU_t * \frac{FPP (\%)}{100} * n * 12 \text{ meses}$$

Donde:

- PU_t : Potencia máxima por usuario mensual t, en kW/mes .
- FPP: Factor de pérdida de potencia actual ,en %.
- n: Número de viviendas.

Los costos de compra de energía y potencia calculados consideran los ajustes y recargos aplicables a los clientes regulados de la empresa (diferencia entre el contrato con generadora), y también considera el cargo único por uso del sistema de transmisión troncal (uso del sistema de transmisión troncal en el segundo).

Costos de operación y mantención

El costo de las actividades de mantención de un proyecto “villa” dependerá de las dimensiones del proyecto de electrificación y las características de sus instalaciones.

Copelec actualmente cuenta con un plan de gestión de operación y mantenimiento preventivo y constaste que se implementa a las instalaciones y redes de la empresa en un nivel general, pero no existen planes de mantenimiento que sean desarrollados particularmente para los proyectos de tipo villa, si no que en estos casos operan con una respuesta correctiva ante posibles fallas.

Basados en esto, se puede inferir que no se puede realizar una estimación de estos costos que aplique de forma general o constante. No todos los años se producen las mismas averías ni de la misma gravedad, por lo que el apartado de materiales y personal a realizar las actividades puede variar sensiblemente de un año a otro, sumando además que cada proyecto es distinto.

En la literatura, se plantea como una aproximación que el costo anual de mantenimiento puede estimarse entre el 2% y el 3% del costo de equipos más el montaje. Dentro de esta investigación, se optó por utilizar la estimación de costos de operación y mantenimiento sugerida por el Ministerio de Planificación (2015), en su metodología de formulación y evaluación de proyectos de electrificación rural, la cual es de un 1% de los activos de la inversión del proyecto y se utilizó la ecuación 15 para su estimación anual.

Ecuación N°15 Estimación del costo anual por mantención y operación de un proyecto
(CMt)

$$CM_t = Inversión * \frac{1\%}{100}$$

Donde:

- Inversión inicial del proyecto, en \$.

Este valor quedará modificable en el sistema, de manera que la empresa pueda emplear en un futuro sus presupuestos o estimaciones de mantención y operación para este tipo de proyectos.

Costos por administración

Para la estimación de estos costos se hace uso del último valor del costo fijo de medida simple de energía cobrado en la tarifa al cliente en \$/cliente-mes, correspondiente a la zona de distribución del proyecto. Para estimar este costo de forma anual, se presenta la ecuación 16.

Ecuación N°16 Estimación del costo anual por administración, facturación y atención de usuarios (CA_t)

$$CA_t = Cargo\ fijo\ tarifa * n * 12\ meses$$

Donde:

- Cargo fijo tarifa :Valor fijo mensual cobrado en la última tarifa que representa el costo fijo atribuido a un cliente con medidor de energía, en \$/usuario/mes.
- n: Número de viviendas en el proyecto.

3.3 Sistema de evaluación

En conjunto con la empresa, se estableció el programa Microsoft Excel como el determinado para realizar el sistema de evaluación. Este software cumple con todas las condiciones para el tratamiento de la información de este proyecto. Además, la empresa ya cuenta con él para el trabajo de otras operaciones dentro de la organización, por lo que se tiene un conocimiento para su utilización. Además se incorporó el uso de la herramienta Visual Basic incorporada dentro del programa Microsoft Excel, de manera de diseñar un sistema con un más fácil manejo y una mejor visual para el usuario.

La propuesta busca entregar un sistema dinámico que se ajuste a las condiciones presentes en el proyecto a evaluar.

3.3.1 Diseño del sistema

Dentro del diseño del sistema se contemplan los estados de resultado, la sensibilización del sistema, y la definición las variables de entrada y salida del sistema.

El diseño incorpora la construcción de diferentes estados de resultado, el principal y otros para el análisis de sensibilidad. En estos estados de resultado se incorpora todas las formulaciones planteadas para las estimaciones de ingresos y costos, para que se ajuste a los requerimientos del usuario y a la información del proyecto a evaluar. Los resultados se presentan en los diferentes escenarios, tanto en el principal como en el análisis de sensibilidad.

3.3.1.1 Estado de resultado

El estado de resultado principal (flujo de caja) permite la evaluación económica proyectado para un horizonte de evaluación de 10 años, extensión de tiempo definido con la empresa como un periodo adecuado de evaluación.

Dentro de este flujo de caja se incorporó la información básica contenida por los estudios de la demanda, y los aspectos de costos técnicos y organizaciones identificados para este tipo de proyecto. Además, se incluyó las siguientes variables económicas:

Impuestos

Se incorporó a la utilidad por proyecto el impuesto del valor agregado (IVA), actualmente en Chile de un 19%.

Inversiones previas

- **Activos Fijos**

Dentro de los bienes tangibles utilizados para la transformación de los insumos en la operación de la entrega de energía para el proyecto se distingue principalmente la inversión en las obras físicas. Esta inversión, como se definió anteriormente en los costos del proyecto, se contempla la construcción de redes y líneas, además de la instalación de todos los equipos para la entrega de energía a todas las viviendas del proyecto. Además, se contempla los vehículos, herramientas y servicios de apoyo para lograr la construcción del proyecto.

En este caso el terreno no cuenta como un activo fijo, pues es parte de la empresa constructora.

- **Activos Nominales**

En el caso de servicios o derechos necesarios para la puesta en marcha del proyecto tipo “villa”, sólo se contempla pagos de derecho de conexión y de línea. Estos gastos se encuentran contemplados en el valor de la inversión, definidos en el documento de registro de materiales presentado en el anexo 3, por lo que dentro del flujo de caja tendrán un valor de cero.

Gastos extra en la organización como coordinación de obras, diseño de sistemas, legalidades u otros, no se contemplan como gastos del proyecto pues ya son parte de los activos de la empresa. Lo mismo sucede con gastos de prueba para la puesta en marcha y capacitación del personal. En caso de activos destinados a imprevistos, como se definió en la inversión del proyecto, estos son incorporados dentro de ese valor.

- **Capital de trabajo**

El monto de dinero necesario a desembolsar, como inversión, para financiar los desfases de caja durante el funcionamiento del proyecto. Para el cálculo del capital de trabajo se empleó el método del déficit acumulado máximo, determinando en el flujo de caja proyectado el déficit acumulado mayor.

Otros

- **Depreciaciones**

Según las apreciaciones de los profesionales a cargo de la estimación de los costos de un proyecto eléctrico, aproximadamente el 70% de la inversión en la construcción de la obra es empleado en materiales y equipo, mientras que el 30% restante es empleado para mano de obra, transporte y otros costos que puedan generarse a lo largo del proyecto.

Para determinar los egresos por depreciación, se extrajo las principales estructuras utilizadas en los proyectos de electrificación, definidas en la hoja de registro de materiales en el Anexo 3, correspondientes a estructuras de alta tensión, estructuras de baja tensión, empalmes, postes, equipos de medida y estructuras adicionales, entre otros.

El SII determinó la vida útil de los bienes físicos de los activos inmovilizados para el sector eléctrico, promediando que en la mayoría de las estructuras, obras, construcciones y líneas en sus diferentes niveles de tensión poseen una vida útil de entre 15 a 20 años. En el caso de equipos, estos tienen una vida útil promedio de 12 años. Asumiendo de manera general una vida útil de 12 años para un proyecto de electrificación, se empleó la ecuación 17 dentro del flujo de caja para estimar la depreciación de los activos fijos del proyecto.

Ecuación N°17 Cálculo de la depreciación lineal

$$\text{Valor por depreciar} = \frac{\text{Valor de Adquisición} - \text{Valor Residual}}{\text{Número de años de vida útil}}$$

Trabajando bajo el supuesto, que el valor residual de los materiales y equipos es de un mínimo del 50% del valor original. Finalmente, quedando esta ecuación como:

$$\text{Valor por depreciar} = \frac{0,75 * (\text{Inversión} - 0,5 * \text{Inversión})}{12}$$

- **Financiamiento**

La misma cooperativa Copelec, actúa como ente financiero de los proyectos eléctricos, por lo que el proyecto parte financiado sin condiciones de devolución, por lo tanto no hay amortización ni intereses cobrados en el financiamiento. La devolución hacia la empresa se hace a través del retorno de las operaciones y la tasa de descuento aplicada. Como no existe ningún pago por el financiamiento en los años de evaluación, este tiene costo es de cero.

- **Valor de desecho del proyecto**

Los activos de los cuales va a ser propietario Copelec por haber invertido en el negocio de la entrega de energía al proyecto inmobiliario, se debe considerar el valor de lo que, al momento final de la evaluación, va a ser de su propiedad.

Este valor se calculó a través del método económico. Este método corresponde al monto al cual la empresa estaría dispuesta a vender este proyecto. Asumiendo que luego de los 10 años de operación del proyecto, este se encuentra estabilizado. Para este valor se utilizó la ecuación 18.

Ecuación N°18 Método económico para el cálculo del valor de desecho de un proyecto

$$\text{Valor de desecho económico} = \frac{\text{Flujo de caja en el último año} - \text{Depreciación anual de activos}}{\text{Tasa de descuento}}$$

La estructura final definida para los flujos de caja del sistema fue diseñada a través de las diferentes herramientas y funcionalidades que presenta el software Microsoft Excel.

La particularidad es que a través de la información ingresada (inputs) y las formulaciones de las variables desarrolladas en este modelo, el flujo de caja proyecta y estima los valores esperados correspondientes a las características que presenta el proyecto a evaluar. El diseño del estado de resultado empleado se presenta en la siguiente figura 3.

VARIABLES	Años										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
DEMANDA											
N° viviendas											
Energía por cliente (kWh)											
Energía proyecto (kWh)											
Perdida de energía											
Energía total del proyecto (kWh)											
Potencia en punta por cliente(kW/mes)											
Potencia en punta proyecto (kW/año)											
Pérdida de potencia											
Potencia total en punta por proyecto (kW/año)											
INGRESOS											
Por venta de energía											
Cargo Fijo (\$)/año											
Energía Base (\$/kWh)											
Cargo Único (\$/kWh)											
EGRESOS											
Costos Variables											
Compra total de energía											
Compra total potencia en punta											
Costo operación y mantención											
Costos fijos											
Costo administración											
Costos fijos indirectos											
Depreciación											
Financiamiento											
UTILIDAD ANTES DE IMPUESTOS											
Impuesto (19%)											
UTILIDAD NETA											
Depreciación equipos y materiales											
INVERSIÓN											
ACTIVOS NOMINALES											
ACTIVOS FIJOS											
Construcción proyecto											
CAPITAL DE TRABAJO											
Financiamiento											
Recuperación del capital de trabajo											
Valor de desecho											
FLUJO DE CAJA											

Figura 3: Esquema del flujo de caja dentro del sistema (Estado de resultado).
Fuente: Elaboración propia.

3.3.1.2 Indicadores de rentabilidad

Para los indicadores del VAN, IVAN, PRI y margen de beneficio anual ; que se utilizaron para evaluar la rentabilidad económica de los proyectos se empleó dentro del sistema las ecuaciones 19, 20, 21 y 22 .

Ecuación N°19 Valor Actual Neto (VAN)

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{BN_t}{(1+i)^t} - I_0$$

Donde:

- I_0 : Inversión Inicial.
- BN_t : Representa el beneficio neto del flujo en el periodo t. (Puede ser positivo o negativo).
- n: Horizonte de tiempo a evaluar el proyecto.
- i : Tasa de descuento, costo de oportunidad o rentabilidad mínima que se está exigiendo al proyecto.

Para la evaluación de los proyectos se definió un horizonte de 10 años y como tasa de descuento se empleó lo que se establece por parte de la CNE como rendimiento esperado que deban tener las empresas de distribución, la cual es de una tasa del 10 % anual. Este organismo plantea esta tasa como la adecuada en los proyectos de electrificación de manera de incentivar el negocio y al mismo tiempo asegurar el acceso al servicio eléctrico a todo quien lo requiera.

Ecuación N°20 Índice del Valor Actual Neto (IVAN)

$$IVAN = \frac{VAN}{Inversión}$$

Ecuación N°21 Periodo de la Recuperación de la inversión (PRI)

Periodo de recuperación

$$= \text{Periodo de último flujo acumulado negativo} \\ + \left(\frac{|\text{Ultimo flujo acumulado negativo}|}{\text{Valor del flujo de caja en el siguiente periodo}} \right)$$

Además, a pedido de la organización se decidió la incorporación del último indicador:

Ecuación N°22 Promedio de la razón del margen del beneficio neto anual

$$\text{Promedio razon de margen de beneficio neto anual} = \frac{\sum_{i=1}^m \frac{\text{Utilidad neta } i}{\text{Ingreso } i}}{m}$$

Donde:

- m: Año de evaluación, con m=10.
- Utilidad neta i: Utilidad neta en el año i.
- Ingreso i: Ingreso por venta de energía a través de la tarifa BT-1.

3.3.1.3 Sensibilización del sistema

La sensibilización en una evaluación de un proyecto permite medir los errores y/o posibles variaciones de los parámetros del proyecto que son más críticos y que afectan la rentabilidad final.

Con la finalidad, y como una forma de agregar una mayor información a los resultados pronosticados del proyecto, se desarrolló un análisis de sensibilidad que permita medir cuan sensible es la evaluación generada ante variaciones en uno o más parámetros de decisión.

Se definieron las variables más significativas que pueden afectar el resultado económico de un proyecto de estas características. Estos escenarios fueron estimados de manera univariable para un proyecto en particular.

- **Tasa de descuento:** La CNE plantea dentro de su sistema regulatorio que la tasa de rentabilidad o de descuento de proyectos de servicio eléctrico es de un 10%, pero que puede variar no más de 4 puntos. Este rango busca incentivar la inversión de proyectos y asegurar el acceso al servicio eléctrico a todos los interesados, por eso se determinó generar una variación con una tasa de rentabilidad de un 14% en el caso optimista y la más baja con un 6% en el caso pesimista.
- **Inversión:** Se integró variaciones para la inversión o valor del proyecto de un 10%. Lo que se buscó fue entregar información relevante sobre beneficios de poder disminuir costos de inversión en el proyecto o riesgos que podrían generarse por imprevistos que impliquen costos extras.
- **Comportamiento de la demanda:** Aun cuando el comportamiento de la demanda es impredecible, la empresa solicitó incorporar el caso en que las tasas de crecimiento estimadas en este proyecto sean cero. Considerando en este caso, en que el usuario se vea afectado por planes de ahorro de energía o que incorpore artefactos e instrumentos en el hogar que permitan disminuir su consumo. Para este caso se aplicó una tasa de crecimiento de un 0% anual, es decir que el consumo estimado para el año 2015 se mantendría a lo largo del tiempo.
- **Comportamiento del VAN a lo largo del tiempo:** Como solicitud por parte de la empresa, también se incorporó en el sistema la opción de poder medir el VAN en periodos de evaluación menor al entregado por este sistema. Aun así se le reiteró a la empresa, que el periodo de evaluación de 10 años para este tipo de proyectos es el adecuado para el cálculo del resultado principal entregado por este sistema.

3.3.1.4 Variables de entrada y salida del sistema

Para el sistema se debió determinar el conjunto de inputs de información, los cuales pueden ser del tipo económico, técnico o propio del proyecto y que son necesarios para el funcionamiento. A continuación se definen las variables de entrada y el estado en que se ingresen y sus unidades.

Información del proyecto

- **Valor de la vivienda:** Se debe identificar el valor de la vivienda que pertenece al proyecto que se desea evaluar
Unidad: UF.
- **Nº de viviendas:** Identificar el número de usuarios (viviendas) contemplados dentro del proyecto de electrificación.
- **Valor de inversión del proyecto:** Valor del proyecto estipulado en el presupuesto generado por la oficina de proyectos.
Unidad: Pesos chilenos (\$).
- **Año de conexión:** Año que se espera conectar el proyecto a evaluar, para este proyecto como se estimó hasta el año 2030 las variables, se puede ingresar como año limite el 2020.

Información de tarifa BT-1

- **Valor por cargo fijo:** Precio del cargo fijo sectorizado para cliente, determinado a través del decreto vigente por la CNE
Unidad: Pesos chilenos (\$)/cliente-mes.
- **Valor de unidad energía base:** Precio actual del cargo por la unidad de kWh de la tarifa correspondiente a la zona del proyecto y que es definido por la CNE.
Unidad: Peso chileno (\$)/kWh.
- **Valor de cargo único:** Precio más actual del cargo único del uso del sistema troncal, CU, por kWh y que es definido por la Comisión Nacional de Energía.
Unidad: Peso chileno (\$)/kWh.

Información Operacional

- **Valor por unidad de compra de energía:** Valor por kWh a la cual es comprada la energía a la empresa generadora licitada (Colbún, Endesa o Enel) + IVA.
Unidad: Peso chileno (\$)/kWh.

- **Valor por unidad de compra de potencia en punta:** Valor por kWh a la cual es comprada la potencia en horario en punta a la empresa generadora licitada (Colbún, Endesa o Enel) + IVA.
Unidad: Peso chileno (\$)/kW-mes.
- **Factor de pérdida de energía:** Factor de pérdida de energía que posee actualmente la empresa en sus infraestructuras
Unidad: Porcentaje (%).
- **Factor de pérdida de potencia:** Factor de pérdida de potencia en baja tensión estimado por la empresa en sus instalaciones.
Unidad: Porcentaje (%).
- **Valor por operación y mantenimiento:** Porcentaje de estimación destinada a costos futuros de operación y mantenimiento del proyecto.
Unidad: Porcentaje (%). Se plantea actualmente un 1%, pero esta podrá ser modificada.

Como resultado de salida, para este sistema de negocio se definieron, en conjunto con la empresa, los parámetros e indicadores de decisión económica que son relevantes para este tipo de proyecto y que entreguen los antecedentes necesarios para gestionar mejores negociaciones a futuro, los cuales se presentan a continuación.

- **VAN:** Representa el valor actual del beneficio monetario esperado por el proyecto en el plazo de 10 años de evaluación. Un valor mayor a 0 implica un proyecto conveniente para la organización.
Unidad: Peso chileno (\$).
- **IVAN:** Razón entre el beneficio actual monetario y la inversión en el proyecto.
Unidad: Adimensional.
- **PRI:** Periodo en que se logra recuperar lo invertido en el proyecto evaluado.
Unidad: Años.
- **Promedio anual del margen operativo:** Beneficio esperado que se obtendrá por cada peso vendido al año a través de la energía comercializada.
Unidad: Porcentaje (%).

CAPITULO 4 RESULTADOS

4.1 Esquematización del proceso de la distribución de energía por Copelec Ltda.

Copelec compra energía y potencia a las empresas generadoras con quienes posee contrato, normalmente en diferentes puntos del sistema de transmisión, transporta la energía a través de redes propias de distribución y la vende a los clientes principalmente de la VIII región.

La compañía posee tres proveedores directos que satisfacen la demanda de energía y potencia de sus usuarios: Colbún, Endesa y Enel.

Para que esta energía llegue a las instalaciones de la empresa y distribuirla a lo largo de la región, Copelec utiliza el servicio de las empresas de transmisión: TRANSNET y TRANSELEC. Estas empresas permiten que la energía comprada por la organización a las plantas generadoras llegue sus subestaciones para su tratamiento y reducción de tensión de la electricidad para la posterior distribución a sus clientes a través de sus redes. Este tratamiento de la energía es necesario para lograr disminuir la tensión a valores adecuados para el uso de energía de los clientes, estos pueden ser industriales o residenciales.

Este proceso de distribución del servicio se puede observar en la figura 3, que se presenta a continuación.

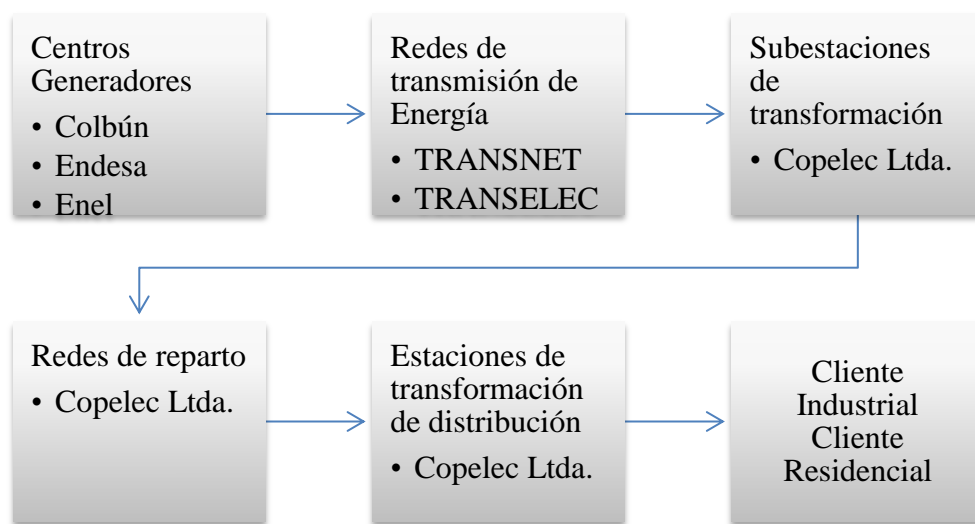


Figura 3. Esquema del proceso de distribución de Copelec Ltda.

Fuente: Elaboración propia

4.2 Estimación de la demanda

4.2.1 Consumo promedio anual de un cliente por categoría

A continuación, en la tabla 7 se presenta la información promediada de las muestras de consumo de energía por usuario para cada categoría, en kWh, desde Agosto de 2014 a Julio de 2015.

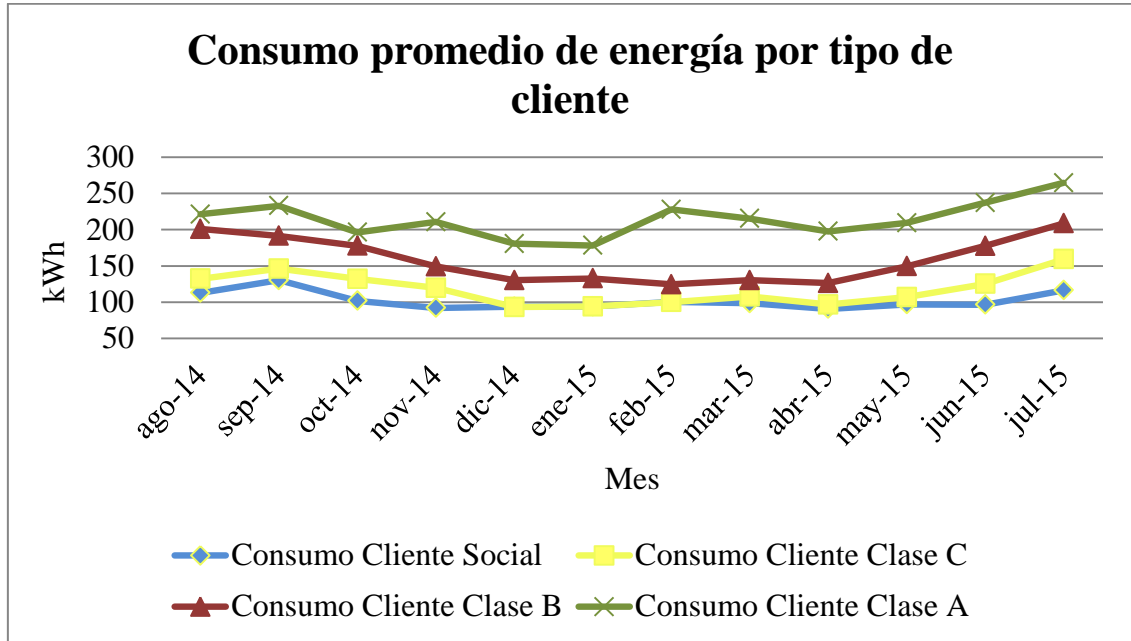
Tabla 7: Consumo promedio histórico de energía por categoría.

Mes	Consumo Promedio Cliente Social (kWh)	Consumo promedio Cliente Clase C (kWh)	Consumo Promedio Cliente Clase B (kWh)	Consumo Promedio Cliente Clase A (kWh)
ago-14	112,95	132,39	200,97	221,20
sep-14	130,36	146,31	191,43	232,96
oct-14	101,80	132,10	177,87	196,28
nov-14	92,07	119,84	149,39	210,72
dic-14	93,80	93,31	130,44	180,64
ene-15	94,20	94,06	132,67	178,28
feb-15	100,45	100,10	124,67	227,80
mar-15	98,48	107,78	130,41	215,20
abr-15	90,93	96,78	126,40	197,68
may-15	97,11	106,86	149,52	209,28
jun-15	96,59	125,27	177,63	237,12
jul-15	116,34	159,33	208,57	264,40
Consumo últimos 12 meses (kWh/año)	1225,09	1414,16	1899,96	2571,56

Fuente: Elaboración propia.

En el gráfico 1 se pueden observar diferencias en cuanto a los niveles de consumo de cada usuario correspondientes a cada categoría.

Gráfico 1: Consumo de energía promedio por cliente para cada categoría.



Fuente: Elaboración propia.

Existen diferencias considerables entre los niveles más altos y bajos de consumo, por lo que el realizar una categorización es justificada para una mayor certeza a la hora de estimar los consumos de los usuarios para cada tipo de proyecto. La clasificación permite que las variaciones de demanda sean menores, y se ajusten de mejor manera al consumo esperado por el tipo de usuario del proyecto.

4.2.2 Registro y análisis del consumo de energía de un usuario residencial

En las siguientes tablas, 8 y 9, se presenta el consumo promedio de energía histórico para un cliente residencial de Copelec Ltda. , en kWh, desde Enero de 2011 a Diciembre de 2012 para Copelec Ltda.

Tabla 8: Consumo promedio histórico de energía por cliente residencial de Enero de 2011 a Diciembre de 2012.

Año	Mes	Cantidad de Clientes	kWh Facturados	Consumo promedio por usuario residencial (kWh)
2011	Enero	37.509	3.971.483	105,88
	Febrero	37.644	4.201.755	111,62
	Marzo	37.772	3.624.771	95,96
	Abril	37.794	3.479.992	92,08
	Mayo	37.864	3.562.759	94,09
	Junio	37.989	3.539.894	93,18
	Julio	38.060	3.567.341	93,73
	Agosto	38.096	3.542.356	92,98
	Septiembre	38.169	3.489.965	91,43
	Octubre	38.276	3.680.057	96,15
	Noviembre	38.392	3.674.066	95,70
	Diciembre	38.524	4.002.255	103,89
2012	Enero	38.684	4.421.689	114,30
	Febrero	38.847	4.546.027	117,02
	Marzo	38.989	4.097.913	105,10
	Abril	39.139	3.937.110	100,59
	Mayo	39.285	3.792.225	96,53
	Junio	39.369	3.751.546	95,29
	Julio	39.543	3.854.465	97,48
	Agosto	39.672	3.799.081	95,76
	Septiembre	39.853	3.968.345	99,57
	Octubre	39.953	3.785.575	94,75
	Noviembre	40.110	3.952.285	98,54
	Diciembre	40.233	4.012.324	99,73

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 9: Consumo promedio histórico de energía por cliente residencial de Enero de 2013 a Julio de 2015.

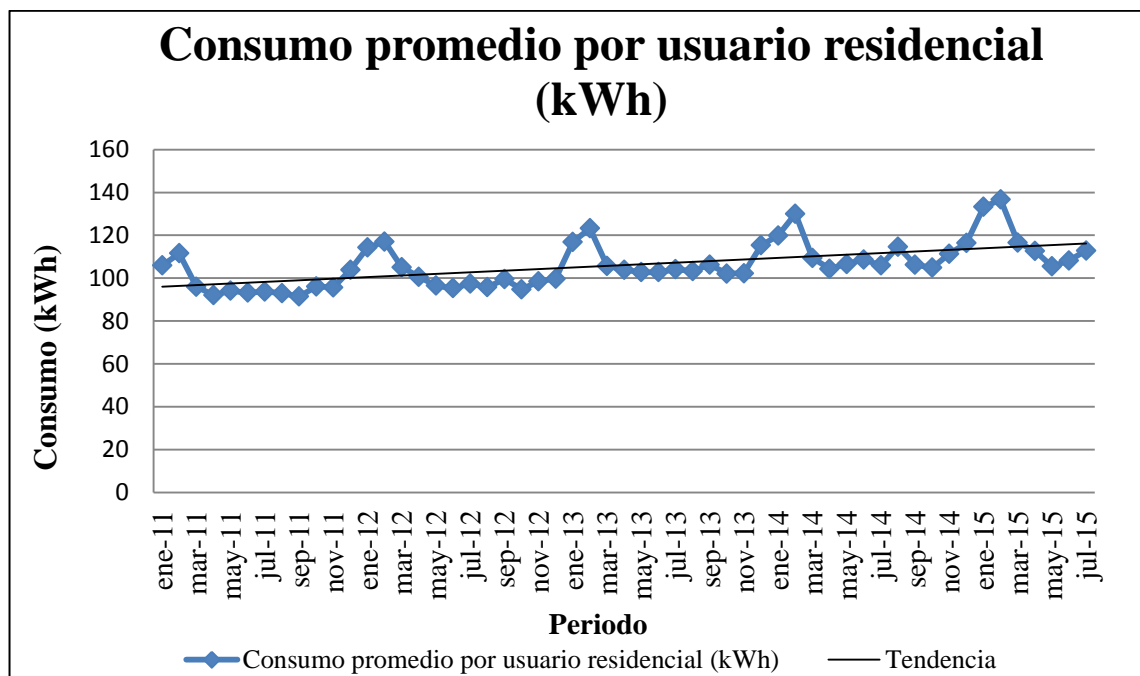
Año	Mes	Cantidad de Clientes	kWh Facturados	Consumo promedio por usuario residencial (kWh)
2013	Enero	40.559	4.739.992	116,87
	Febrero	40.743	5.021.864	123,26
	Marzo	40.869	4.319.827	105,70
	Abril	40.956	4.255.207	103,90
	Mayo	41.081	4.223.287	102,80
	Junio	41.258	4.239.581	102,76
	Julio	41.342	4.303.988	104,11
	Agosto	41.454	4.282.843	103,32
	Septiembre	41.848	4.447.400	106,28
	Octubre	42.089	4.297.313	102,10
	Noviembre	42.276	4.322.712	102,25
	Diciembre	42.547	4.905.990	115,31
2014	Enero	42.692	5.117.903	119,88
	Febrero	42.915	5.579.065	130,00
	Marzo	43.139	4.721.473	109,45
	Abril	43.436	4.530.960	104,31
	Mayo	43.603	4.646.924	106,57
	Junio	43.874	4.768.263	108,68
	Julio	44.081	4.670.049	105,94
	Agosto	44.253	5.072.822	114,63
	Septiembre	44.369	4.716.187	106,29
	Octubre	44.477	4.665.419	104,90
	Noviembre	44.723	4.979.036	111,33
	Diciembre	44.836	5.217.420	116,37
2015	Enero	45.093	6.007.259	133,22
	Febrero	45.359	6.198.053	136,64
	Marzo	45.650	5.321.350	116,57
	Abril	45.841	5.167.559	112,73
	Mayo	46.365	4.888.292	105,43
	Junio	46.655	5.049.253	108,23
	Julio	46.874	5.289.346	112,84

Fuente: Elaboración propia.

En el gráfico 2, a continuación, se logra apreciar de mejor manera el comportamiento la serie a través del tiempo.

Es claro que el consumo de energía presenta una estacionalidad a lo largo de cada año, lo cual se logra ver gráficamente debido a que los puntos más altos se presentan de manera clara en los meses de verano (Enero y febrero), y en los meses de invierno, Agosto y Septiembre, los fríos del año. Además, se logra apreciar que la serie es afectada por pautas cíclicas debido al movimiento periódico similar a través de los años y se observa también una tendencia positiva en el tiempo.

Gráfico 2: Consumo promedio histórico de energía por usuario residencial.



Fuente: Elaboración propia.

Este tipo de comportamiento también fue expresado en el Quinto Informe de Evaluación del grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático presentado por la Universidad de Cambridge (2014) donde se expuso que el consumo de energía a nivel mundial va a continuar en aumento. Esto se debe principalmente al crecimiento económico y poblacional. Además, plantea que en las próximas décadas el sector energético se verá afectado por el aumento del calentamiento global el cual provocará que la temperatura media global aumente un 2,6 a 4,8° para el 2100. Finalmente, este informe reafirma y declara que el crecimiento económico, el aumento de la población mundial y el cambio climático, debido a los aumentos de demanda de refrigeración en el caso de altas temperaturas, impulsarán el aumento del consumo de energía a lo largo del tiempo, dándonos por ende que esta presenta una estacionalidad y tendencia al aumento del consumo energético por parte de la población.

La Comisión Nacional de Energía (2014) a través de un estudio del consumo eléctrico en el corto, mediano y largo plazo, también desarrolló un análisis del comportamiento futuro de la producción y consumo de energía en el país, donde presenta que desde 2015 a 2022 se estima un crecimiento de consumo de energía promedio anual para el sector económico residencial de un 3,98 % desde 2014 a 2020 y un 4,7% en los años 2014 a 2028 en un escenario medio para el sistema interconectado central , confirmando la tendencia al alza del consumo de energía por parte de la población chilena ,pero presentando una desaceleración del consumo de electricidad a lo largo del tiempo.

En base a esta información, se definió que el método de proyección a aplicar a una serie de tiempo que contempla estacionalidad y pautas cíclicas, en conjunto con una tendencia, es el método de descomposición de serie.

4.2.3 Estimación del consumo de energía para un cliente residencial

Al aplicar el método de descomposición de serie, desarrollado de manera más extensa en el Anexo 2, se estimó el consumo mensual de un usuario residencial (DR' t) hasta el año 2030, presentado a continuación en la tabla 10. En base a estos consumos, además de determinó las tasas de crecimiento anuales para cada mes en este periodo, presentadas en la tabla 11.

Tabla 10: Estimación del consumo de energía promedio por un usuario residencial.

Mes	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Enero	128,70	134,39	140,07	145,76	151,44	157,13	162,81	168,49	174,18	179,86	185,55	191,23	196,92	202,60	208,28	213,97
Febrero	135,54	141,50	147,46	153,43	159,39	165,36	171,32	177,28	183,25	189,21	195,18	201,14	207,10	213,07	219,03	225,00
Marzo	117,20	122,33	127,47	132,61	137,75	142,89	148,02	153,16	158,30	163,44	168,58	173,71	178,85	183,99	189,13	194,27
Abril	113,07	118,01	122,95	127,89	132,83	137,77	142,71	147,65	152,59	157,53	162,47	167,41	172,34	177,28	182,22	187,16
Mayo	111,97	116,84	121,71	126,59	131,46	136,33	141,20	146,08	150,95	155,82	160,70	165,57	170,44	175,32	180,19	185,06
Junio	112,21	117,07	121,94	126,81	131,67	136,54	141,41	146,27	151,14	156,00	160,87	165,74	170,60	175,47	180,34	185,20
Julio	112,60	117,47	122,33	127,20	132,06	136,93	141,80	146,66	151,53	156,39	161,26	166,12	170,99	175,86	180,72	185,59
Agosto	113,76	118,66	123,55	128,45	133,35	138,25	143,15	148,04	152,94	157,84	162,74	167,64	172,53	177,43	182,33	187,23
Septiembre	112,93	117,77	122,62	127,46	132,31	137,15	142,00	146,84	151,69	156,53	161,38	166,22	171,06	175,91	180,75	185,60
Octubre	111,38	116,14	120,90	125,66	130,42	135,18	139,94	144,70	149,47	154,23	158,99	163,75	168,51	173,27	178,03	182,79
Noviembre	114,10	118,96	123,82	128,68	133,54	138,40	143,26	148,12	152,98	157,84	162,70	167,56	172,42	177,28	182,14	187,00
Diciembre	121,88	127,06	132,23	137,40	142,58	147,75	152,93	158,10	163,27	168,45	173,62	178,79	183,97	189,14	194,31	199,49
Estimación Consumo promedio anual (kWh)	1.405,3	1.466,2	1.527,1	1.587,4	1.648,8	1.709,7	1.770,5	1.831,4	1.892,3	1.953,2	2.014,0	2.074,9	2.135,8	2.196,6	2.257,5	2.318,4

Fuente: Elaboración propia.

4.2.4 Estimación tasas de crecimiento anual para cliente residencial

Tabla 11: Estimación de las tasas promedio de crecimiento anual (Ct) para un usuario residencial.

Mes	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Enero	4,42%	4,23%	4,06%	3,90%	3,75%	3,62%	3,49%	3,37%	3,26%	3,16%	3,06%	2,97%	2,89%	2,81%	2,73%
Febrero	4,40%	4,21%	4,04%	3,89%	3,74%	3,61%	3,48%	3,36%	3,25%	3,15%	3,06%	2,97%	2,88%	2,80%	2,72%
Marzo	4,38%	4,20%	4,03%	3,87%	3,73%	3,60%	3,47%	3,35%	3,25%	3,14%	3,05%	2,96%	2,87%	2,79%	2,72%
Abril	4,37%	4,19%	4,02%	3,86%	3,72%	3,59%	3,46%	3,35%	3,24%	3,14%	3,04%	2,95%	2,87%	2,79%	2,71%
Mayo	4,35%	4,17%	4,00%	3,85%	3,71%	3,57%	3,45%	3,34%	3,23%	3,13%	3,03%	2,94%	2,86%	2,78%	2,70%
Junio	4,34%	4,16%	3,99%	3,84%	3,70%	3,56%	3,44%	3,33%	3,22%	3,12%	3,02%	2,94%	2,85%	2,77%	2,70%
Julio	4,32%	4,14%	3,98%	3,83%	3,68%	3,55%	3,43%	3,32%	3,21%	3,11%	3,02%	2,93%	2,85%	2,77%	2,69%
Agosto	4,31%	4,13%	3,96%	3,81%	3,67%	3,54%	3,42%	3,31%	3,20%	3,10%	3,01%	2,92%	2,84%	2,76%	2,69%
Septiembre	4,29%	4,11%	3,95%	3,80%	3,66%	3,53%	3,41%	3,30%	3,19%	3,10%	3,00%	2,91%	2,83%	2,75%	2,68%
Octubre	4,27%	4,10%	3,94%	3,79%	3,65%	3,52%	3,40%	3,29%	3,19%	3,09%	2,99%	2,91%	2,83%	2,75%	2,67%
Noviembre	4,26%	4,09%	3,93%	3,78%	3,64%	3,51%	3,39%	3,28%	3,18%	3,08%	2,99%	2,90%	2,82%	2,74%	2,67%
Diciembre	4,24%	4,07%	3,91%	3,77%	3,63%	3,50%	3,38%	3,27%	3,17%	3,07%	2,98%	2,89%	2,81%	2,74%	2,66%
Promedio de crecimiento anual	4,33%	4,15%	3,98%	3,83%	3,69%	3,56%	3,44%	3,32%	3,22%	3,12%	3,02%	2,93%	2,85%	2,77%	2,70%

Fuente: Elaboración propia.

Por ejemplo, en el mes de Enero de 2016 se estimó un consumo promedio mensual de 134,39 kWh, mientras que en Enero de 2017 se estimó un consumo de 140,07 kWh, por lo que la tasa de crecimiento para el transcurso de estos doce meses fue:

$$C_{2016-2017} \text{ Enero} = \frac{140,07 - 134,39}{134,39} \approx 4,23 \%$$

En el caso de Septiembre de 2022 se estimó un consumo promedio mensual de 146,84 kWh, mientras que en Septiembre de 2023 se estimó un consumo de 151,69 kWh, por lo que la tasa de crecimiento para el transcurso de estos doce meses fue:

$$C_{2022-2023} \text{ Septiembre} = \frac{151,69 - 146,84}{146,84} \approx 3,30 \%$$

Posteriormente, promediando todas esas tasas mensuales para cada año, se logró determinar el promedio de crecimiento anual.

Observando la tabla 9, para el año 2016 se estima que un cliente residencial aumentará su consumo anual (C_t anual) en un promedio de 4,33%, comparado a sus anteriores 12 meses de consumo. En los otros casos para el 2017 aumentará un 4,15% y para 2018 un 3,98%.

4.2.5 Estimación del consumo de energía para el año 2015 por categoría

Debido a que al momento de extraer la información aún no se cuenta con los consumos de los usuarios de los meses de Agosto a Diciembre, se decidió aplicar a estos la tasa de crecimiento anual para el 2015 de un usuario residencial, la cual corresponde a un (4,53%), a los consumos de estos meses en su periodo anterior. Dichos consumos de energía se encuentran en la tabla 7 de este informe.

Las estimaciones del consumo de energía por usuario para cada categoría se presentan en la tabla 12 a continuación.

Tabla 12: Estimación del consumo de energía promedio por usuario para el año 2015 por categoría.

Mes	Consumo Promedio Cliente Social (kWh)	Consumo promedio Cliente Clase C (kWh)	Consumo Promedio Cliente Clase B (kWh)	Consumo Promedio Cliente Clase A (kWh)
*Enero	94,2	94,06	132,67	178,28
*Febrero	100,45	100,1	124,67	227,8
*Marzo	98,48	107,78	130,41	215,2
*Abril	90,93	96,78	126,4	197,68
*Mayo	97,11	106,86	149,52	209,28
*Junio	96,59	125,27	177,63	237,12
*Julio	116,34	159,33	208,57	264,4
Agosto	118,06	138,38	210,06	231,21
Septiembre	136,26	152,93	200,09	243,50
Octubre	106,41	138,08	185,92	205,16
Noviembre	96,24	125,26	156,15	220,26
Diciembre	98,04	97,53	136,34	188,81
Consumo Estimado año 2015 (kWh)	1.249,11	1.442,37	1938,44	2618,71

**Los consumos correspondientes a estos meses son los promedios mensuales extraídos de la muestra de datos por cada clasificación. Por lo que no fueron estimados a través de las tasas de crecimiento.*

Fuente: Elaboración propia.

4.2.6 Estimación del consumo de energía por categoría desde 2016 a 2030.

Las estimaciones del consumo de energía hasta el año 2030 en las diferentes categorías, se encuentran presentadas a continuación en la tabla 13.

Tabla 13: Estimación del consumo promedio de energía anual por usuario para el periodo 2015 a 2030 para cada categoría.

Año	Tasa crecimiento	Consumo promedio Cliente Clase Social	Consumo promedio Cliente Clase C	Consumo promedio Cliente Clase B	Consumo promedio Cliente Clase A
2015	4,53%	1.249,11	1.442,37	1.938,44	2.618,71
2016	4,33%	1.303,19	1.504,82	2.022,37	2.732,09
2017	4,15%	1.357,27	1.567,26	2.106,29	2.845,46
2018	3,98%	1.411,35	1.629,71	2.190,22	2.958,84
2019	3,83%	1.465,43	1.692,16	2.274,14	3.072,22
2020	3,69%	1.519,51	1.754,61	2.358,07	3.185,60
2021	3,56%	1.573,59	1.817,05	2.441,99	3.298,97
2022	3,44%	1.627,67	1.879,50	2.525,92	3.412,35
2023	3,32%	1.681,75	1.941,95	2.609,84	3.525,72
2024	3,22%	1.735,83	2.004,39	2.693,76	3.639,10
2025	3,12%	1.789,91	2.066,84	2.777,69	3.752,47
2026	3,02%	1.843,99	2.129,28	2.861,61	3.865,85
2027	2,93%	1.898,07	2.191,73	2.945,53	3.979,22
2028	2,85%	1.952,15	2.254,18	3.029,46	4.092,60
2029	2,77%	2.006,23	2.316,62	3.113,38	4.205,97
2030	2,70%	2.060,30	2.379,07	3.197,30	4.319,34

Fuente: Elaboración propia

4.2.7 Estimación de la potencia en punta por categoría desde 2016 a 2030

La estimación de la demanda de potencia máxima mensual promedio en periodo de punta por usuario (PU t) correspondiente a cada categoría se presenta a continuación en la tabla 14.

Tabla 14: Estimación de potencia máxima mensual por usuario para el periodo 2015 a 2030 para cada categoría.

Año	Demanda de potencia máxima	Demanda de potencia máxima	Demanda de potencia máxima	Demanda de potencia máxima
	Cliente Clase Social	Cliente Clase C	Cliente Clase B	Cliente Clase A
2015	0,386	0,446	0,599	0,809
2016	0,403	0,465	0,625	0,844
2017	0,419	0,484	0,651	0,879
2018	0,436	0,504	0,677	0,914
2019	0,453	0,523	0,703	0,949
2020	0,470	0,542	0,729	0,984
2021	0,486	0,561	0,755	1,019
2022	0,503	0,581	0,780	1,054
2023	0,520	0,600	0,806	1,089
2024	0,536	0,619	0,832	1,124
2025	0,553	0,639	0,858	1,159
2026	0,570	0,658	0,884	1,195
2027	0,586	0,677	0,910	1,230
2028	0,603	0,697	0,936	1,265
2029	0,620	0,716	0,962	1,300
2030	0,637	0,735	0,988	1,335

Fuente: Elaboración propia

4.3 Sistema de evaluación

4.3.1 Visualización del sistema

El sistema final entregado a Copelec buscó un acceso fácil y personalizado. En un inicio en Microsoft Excel se presenta una hoja de inicio, el cual contempla una breve descripción de la finalidad de este sistema y un botón de acceso, presentados en la imagen 1.

El acceso al sistema presenta una ventana para el ingreso de la información, presentada en la imagen 2, la cual solicita las variables de entradas definidas anteriormente y que son necesarias para el funcionamiento óptimo del sistema.

El botón evaluar activa la información entregada, integrándola a los flujos de caja dispuestos en los libros de Excel y calculando los indicadores respectivos y generando una ventana la cual entrega toda la información respecto a la evaluación económica del proyecto. Esta ventana de resultados se presenta en la imagen 3.

Cabe destacar además que se dejó a disposición del usuario el poder visualizar los diferentes flujos de caja dentro de los libros del sistema en Excel más la información técnica u otros utilizados para los resultados, de manera de ante cualquier observación o análisis que desee hacer el usuario, este posea un fácil acceso.

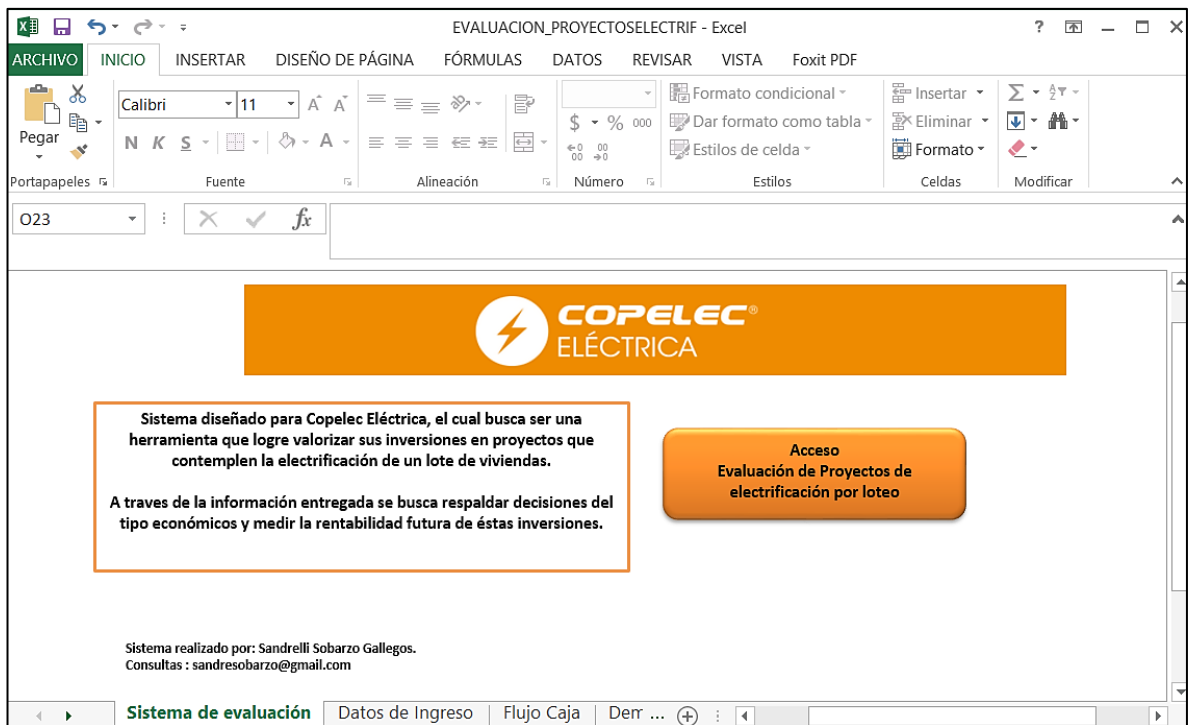


Imagen 1. Presentación inicial del sistema.
Fuente: Elaboración propia.

Evaluación de proyectos de electrificación Copelec.Ltda

Datos a Ingresar

Información del proyecto:

Nombre del proyecto:

Valor vivienda (UF): Nº de viviendas:

Inversión (\$) : Año a conectar:

Información de la tarifa actual:

Valor cargo fijo : Valor unidad : Valor cargo
 (\$/usuario-mes) energía base único :
 + IVA (\$/ kWh) + IVA (\$/ kWh) + IVA

Información Operacional:

Precio final compra de energía + IVA:
 (\$/kWh)

Precio final compra de potencia + IVA:
 (\$/kW)

Factor de Pérdida de energía (%):
 Medición acumulado de los últimos 12 meses

Factor de pérdida de potencia(%):

Operación y mantención (%) :
 % de inversión destinado anualmente para el
 funcionamiento del proyecto.
 Si no posee esta información se recomienda 1%.

Si desea evaluar proyecto a otro periodo indique año:

Imagen 2. Ventana de ingreso de información en sistema.
 Fuente: Elaboración propia.

Resultados de evaluación

Resultado de evaluación del proyecto



Resultado para una tasa de 10% y 10 años de evaluación

Proyecto	VAN	IVAN
Nombre: <input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Nº viviendas: <input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Inversión: <input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

PROMEDIO MARGEN OPERATIVO ANUAL

Otros Escenarios

Tasa de descuento	VAN	Variación VAN	IVAN	PRI
Caso Pesimista: <input type="text" value="6,00%"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Caso Optimista: <input type="text" value="14,00%"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Variación 10% inversión	VAN	Variación VAN	IVAN	PRI
Caso Optimista: <input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Caso Pesimista: <input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Tasa crecimiento de demanda	VAN	Variación VAN	IVAN	PRI
Caso Pesimista: <input type="text" value="0,00%"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

VAN a otros periodos de evaluación	VAN	Variación VAN
Periodo de evaluación: <input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Finalizar

Imagen 3. Ventana de resultados en sistema.
Fuente: Elaboración propia.

CAPITULO 5 COMPARACIÓN ENTRE EL SISTEMA ACTUAL Y EL PROPUESTO

De modo de comparar el sistema que actualmente utiliza Copelec en la evaluación de proyectos tipo “villa” y el propuesto en este proyecto de título, se realizó una comparación de diferentes factores tanto cuantitativos como cualitativos.

5.1 Comportamiento del consumo energético por parte de usuarios

Sistema Antigo	Sistema Nuevo
El consumo de energía por usuario es estimado en base a la potencia necesaria para la totalidad del proyecto. Además no incorpora las diferencias de consumo en los diferentes meses del año.	Contempla las diferencias de consumo en los usuarios para lograr identificar de mejor manera la demanda real de energía mensual.

Un ejemplo es un proyecto evaluado en Marzo de 2015, en Chillán, donde el valor de las viviendas corresponde a 2500 UF. En el sistema actual de Copelec, se le asignó una potencia contratada de 5 kW por usuario y se estimó un consumo promedio de 315 kWh mensual, que corresponde a 4200 kWh/ año.

En el sistema presentado, este proyecto pertenecería a la categoría de Clase B donde un usuario promedia un consumo real de 1899 kWh en los últimos 12 meses (Promedio de consumos reales presentados en la tabla 7 de este informe).

Se puede apreciar que existen notorias diferencias en cuanto al consumo. Entre la estimación actual de la organización, y el promedio de consumo anual extraído de los datos de los usuarios, existe una diferencia aproximada de 2301 kWh al año correspondiente a un 55,16% de sobreestimación del consumo.

Otra caso es un proyecto en su etapa IV con viviendas entre 1860 y 2515 UF. Al proyecto evaluado en Marzo de 2015 se le asignó una potencia de 2 kW. En base a esta potencia se estimó un consumo de 108 kWh mensuales, correspondiente a 1296 kWh /año.

En este estudio se clasifica a dicho usuario como Clase B, con un consumo de 1899 kWh de los últimos 12 meses. En este caso, se observó una diferencia aproximada de 603 kWh al año de estimación para un año, la cual corresponde a una subestimación del consumo de un 46,52 %.

Estas diferencias pueden desarrollar variaciones en las mediciones de rentabilidad económicas para estos proyectos, pudiéndose producir decisiones erradas basadas en estimaciones alejadas de la realidad.

5.2 Proyecciones del consumo

Sistema Antiguo	Sistema Nuevo
El sistema no contempla análisis ni métodos de estimación del comportamiento del consumo de energía, asumiendo un comportamiento similar del consumo por parte del usuario mes a mes, no advirtiendo variaciones en consumos futuros.	Utiliza métodos de estimación de la demanda de energía y realiza una proyección para cada tipo de usuario. Además, contempla las variaciones estacionales del consumo y cambios futuros en el tiempo.

Entre los sistemas, se presentan claras diferencias de la metodología de estimación del consumo de energía por parte de los clientes de Copelec.

Actualmente se estiman consumos lineales a lo largo del tiempo lo cual por condiciones climáticas y por lo observado en los consumos históricos de la organización, esta visión para la estimación del consumo no es adecuada. Estos cambios deben verse reflejados en las estimaciones.

5.3 Ingresos y egresos

Sistema Antigo	Sistema Nuevo
Hay egresos que el sistema anterior no contempla y que afectan de manera significativa la rentabilidad de un proyecto. El método antiguo solo incorpora costo de compra de energía y potencia.	Identifica e incorpora nuevas variables de costos como mantención y operación en los proyectos de electrificación, costos de potencia máxima alcanzada en horarios de punta y además costos administrativos.

En el sistema antiguo hay costos de operación que no son incorporados dentro de la evaluación de sus proyectos, como también el caso de costos de inversiones previas para el proyecto como lo son activos fijos, nominales, capital de trabajo.

Además, también se consideró el costo económico de las depreciaciones de los activos adquiridos, financiamiento del proyecto (en este caso Copelec, financia sus propios proyectos) y el valor del desecho. Estas variables también son de relevancia a la hora de estimar la rentabilidad de un proyecto y la decisión de implementación.

Indicadores económicos

Sistema Antigo	Sistema Nuevo
Sólo entrega el VAN como indicador de rentabilidad económica y no contempla que pueden ser de utilidad otros indicadores, como el año en que se recupera la inversión u otros orientados al costo como lo es el IVAN.	Incorpora además del VAN en el sistema, los indicadores económicos IVAN, PRI y un promedio del margen de beneficio neto.

El sistema actual no entrega los indicadores necesarios que busca hoy Copelec para tomar sus decisiones. Por otra parte, el sistema nuevo incorpora más información económica sobre el futuro del proyecto al responsable de tomar las decisiones de implementación en la organización.

5.4 Análisis de sensibilidad

Sistema Antiguo	Sistema Nuevo
No incorpora ninguna información para posibles escenarios de cambio y/o variaciones; desechando el caso de identificar riesgos u oportunidades en un proyecto que puedan afectar los indicadores económicos que midan la rentabilidad del proyecto.	Entrega un análisis de sensibilidad de variables que pueden estar sujetas a posibles cambios por variables externas o cambios dentro de la organización, entregando mayores antecedentes para la toma de decisiones en el caso de diferentes escenarios.

El beneficio de incorporar resultados ante nuevos escenarios es poder observar cuales variables afectan de mayor manera el resultado económico del proyecto de manera que en el caso de poder generarse oportunidades, lograr aumentar los beneficios a futuro.

Esta nueva información permite una visión más amplia y segura de los posibles escenarios de rentabilidad del proyecto y realizar mejores negociaciones con la empresa constructora.

Comparación final de resultados entre sistemas

De manera de comparar los resultados entregados por los dos sistemas se evaluó el mismo proyecto de electrificación anterior de 68 viviendas a conectar en el año 2016 con una inversión de \$16.763.592 pesos y valor de vivienda de 1500 UF, más variables de entrada correspondientes a la tarifa BT1 e información operacional actual. A continuación se presentan los siguientes resultados por cada sistema con las siguientes variables:

- Para el sistema actual con un horizonte de evaluación de 5 años y una tasa de 10% se estima un VAN de \$34.000.000 pesos.
- Para el sistema nuevo presentado en este proyecto de título se obtuvieron los siguientes resultados presentados en la imagen 4.

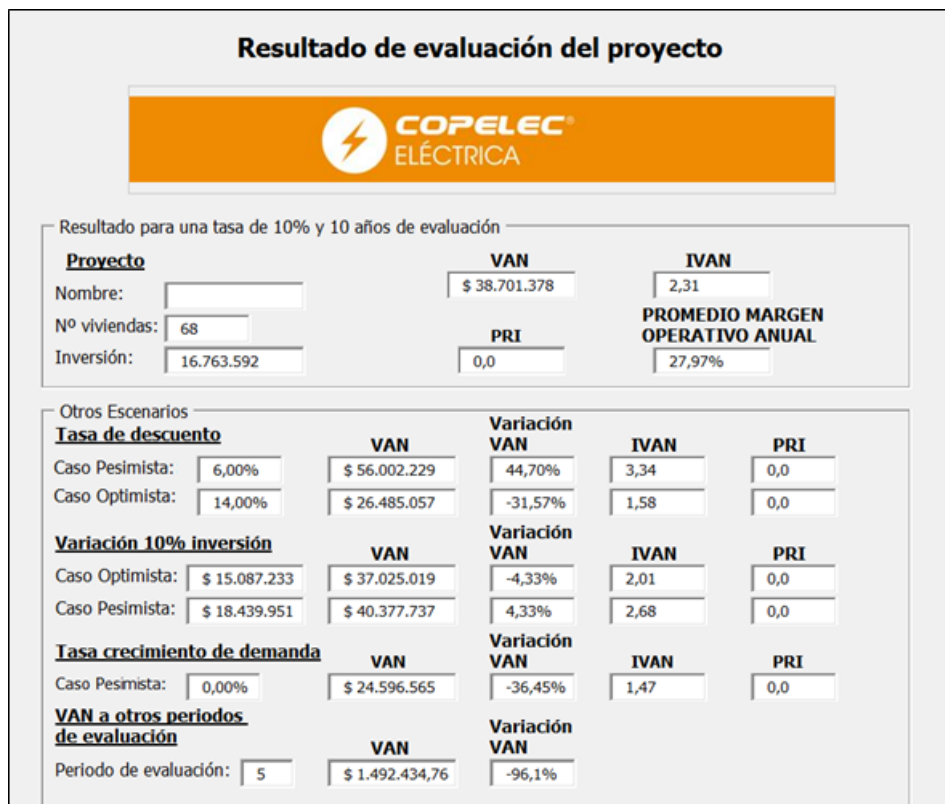


Imagen 4. Resultado evaluación de un proyecto en sistema.
Fuente: Elaboración propia.

Se puede observar en la evaluación de este proyecto de electrificación que, para un horizonte de 10 años y una tasa de descuento de 10%, Copelec obtendrá como ganancia un monto de \$38.701.378 pesos, con un periodo de recuperación de la inversión dentro del primer año. Como información se obtiene que por cada peso invertido en el proyecto se obtenga una ganancia de 2,31 pesos y un promedio de margen operativo anual de un 27,97%. Este margen representa el porcentaje de utilidad que se obtiene del nivel de ventas y distribución de energía del proyecto.

El incorporar el análisis de sensibilidad permite observar las variaciones que se presentan, con respecto al VAN, ante diferentes escenarios del proyecto.

Como ejemplo en este proyecto de electrificación de 68 viviendas, el rango de la variación de la tasa de descuento anual provocará variaciones de hasta aproximadamente un 45% más en un escenario favorable (máximo de una tasa de descuento anual de 6%) y una disminución aproximada de un 32% en un escenario pesimista (tasa de descuento anual

alcance el 14%). Para la inversión se pueden presentar variaciones de aproximadamente un 4,4% en los beneficios esperados.

En un escenario negativo para el mercado del consumo eléctrico por parte de los clientes, no se produzca crecimiento de la demanda a lo largo del proyecto, se provocaría en este caso de evaluación , una disminución aproximada del 37% de los beneficios que se esperaba obtener por este proyecto.

Finalmente se puede concluir que el sistema propuesto para Copelec, es una herramienta más dinámica y que presenta mediciones más realistas sobre la rentabilidad esperada en este tipo de proyectos. Esto ocurre gracias a la incorporación de costos reales y de estimaciones basadas en comportamientos de sus usuarios que logran dimensionar mayormente el comportamiento económico del proyecto y sus diferentes escenarios posibles o los resultados ante medidas más eficientes que podría tomar la organización (como la disminución de la inversión).

CAPITULO 6 CONCLUSIONES

- Se puede inferir que las estimaciones de consumo de energía del sistema actual pueden presentar diferencias significativas a las estimaciones presentadas en este estudio, las cuales fueron basadas en muestras reales de los usuarios de la organización.
- El comportamiento de las estimaciones del sistema actual no se ajustan al comportamiento real que puede presentar un usuario en su consumo. Tanto las estimaciones de las tasas de crecimiento de este estudio, como las presentadas por la Comisión Nacional de Energía (2014) a través de un estudio del consumo eléctrico en el corto, mediano y largo plazo, advierten un claro crecimiento del consumo de energía por parte de la población. Esta información debe ser considerada en las estimaciones de los próximos años de la demanda energética residencial para así condicionar la evaluación a las proyecciones del comportamiento del consumo de energía.
- El nuevo sistema incorpora costos que se presentan en un proyecto de estas características y que no son considerados actualmente por Copelec. El incluir estos aspectos a la estimación de la utilidad de los proyectos, permiten a la empresa obtener mayor información del comportamiento futuro del proyecto y obtener pronósticos económicos más cercanos a la realidad.
- Debido a la dificultad de extraer la información y a la diferenciación que puede presentarse entre cada proyecto, la definición del cálculo de muchas variables económicas no se ajustaran de manera exacta a la realidad. La metodología planteada fue sugerida de forma personal por lo leído en la literatura y pueden no ajustarse necesariamente a la realidad de los costos que se presenten posteriormente por Copelec. Cabe reiterar que este nuevo sistema que se propone es una herramienta permite de mejor manera ampliar su información para la toma de decisiones, más no entrega información exacta.

- Al incorporar nuevos indicadores de rentabilidad permiten a la empresa obtener mayor información de cómo responde el proyecto en términos económicos, como por ejemplo el IVAN permite conocer cuánto se espera lograr de beneficio por la inversión llevada a cabo, entre otros indicadores.
- Finalmente, se puede concluir que la incorporación de estas mejoras en el nuevo sistema de evaluación de los proyectos de Copelec permiten a la empresa tomar mejores decisiones en sus negociaciones con las empresas constructoras y lograr oportunidades de mayores beneficios.

RECOMENDACIONES

- Las estimaciones del consumo de energía presentadas para el desarrollo del sistema de evaluación son realizadas a través de una metodología que puede presentar leves incertezas debido al horizonte de evaluación y a los cambios que pueden presentarse en el mercado eléctrico a raíz de variaciones económicas, el crecimiento de la autogeneración de electricidad eléctrica o cambios legislativos.
- Se sugiere generar mayores estudios en los aspectos técnicos y operacionales para acercar mayormente los resultados del sistema de evaluación. Como fue el caso de los planes de presupuesto de mantenimiento preventivo, que abarquen solo proyectos de electrificación de conjuntos de vivienda, de manera de evitar fallas de mayor nivel que pueden significar el desembolso de mayores gastos y se puede prolongar la vida útil del proyecto. Esto, debido a que el costo de mantención por las consecuencias de falla puede ser significativamente más alto que el costo de mantención de los equipos utilizados para el suministro de energía.
- El desarrollo del sistema inicial tiene como objetivo medir la rentabilidad futura de proyectos tipo villa, sin embargo no se excluye el que pueda ser utilizado para medir la rentabilidad de un cliente/vivienda, teniendo en cuenta que se debe conocer el valor de la vivienda o inferir el nivel de consumo que permita al cliente ser categorizado y evaluado dentro del proyecto.
- Las estimaciones y el funcionamiento del sistema de evaluación sólo contempla a proyectos que se conecten dentro del 2020. Para casos posteriores se sugiere no utilizar el sistema y solicitar reevaluar las nuevas estimaciones del consumo de energía.

- Tener en cuenta que se busca una estimación de la rentabilidad cercana a la realidad, más no la asegura de manera exacta. Es por esto que se debe tener al sistema como una herramienta que debe ser utilizada por una persona de conocimientos amplios tanto del área eléctrica como la parte económica. Prestar especial atención en la información que se ingresa al sistema, debido a que esta puede afectar de sobremanera los resultados entregados por éste.
- Conservar los documentos relacionados a las estimaciones del consumo de energía por parte de los clientes de la empresa que se incluyen en este trabajo. No sólo son fuentes de información para ser documentados, sino de reconocer el valor de tener información disponible y conocida para futuros estudios o mejoras del sistema. Debido al alto crecimiento de proyectos inmobiliarios en la provincia y conocer mayormente a los clientes residenciales urbanos correspondientes a proyectos de conjuntos habitacionales, repercute de manera positiva para la organización.

REFERENCIAS

- Baca Urbina, G. (2001). *Evaluación de proyectos*. Mexico ,DF: McGraw Hill.
- Fontaine, E. R. (2008). *Evaluación Social de Proyectos* (Decimotercera ed.). Mexico: Pearson.
- ILPES. (2001). *Guía para la presentación de proyectos*. Mexico: Siglo XXI.
- Krajewski, L. J., Ritzman, L. P., & Malhotra, M. K. (2009). *Operations Managment: Process and Value Chains*. Pearson Education.
- Miranda, J. J. (2005). *Gestión de proyectos: Identificación, formulación, evaluación financiera-económica-social-ambiental*. Colombia: Guadalupe Ltda.
- Progue, M. (2010). *Corporate Investment Decisions: Principles and Practice*. New York: Business Expert Press.
- Sapag Chain N., & Sapag Chain R. (1991). *Preparación y Evaluación de Proyectos*. Mexico: McGraw- Hill Latinoamericana.
- Sapag Chain, N. (1993). *Criterios de evaluación de proyectos*. Madrid: McGraw Hill.
- Sapag Chain, N. (2001). *Evaluación de Proyectos de Inversión de la Empresa* (Primera ed.). Pearson Education.
- United Nations Department of Economic and Affairs. (2015, Enero 19). *United Nations*. Retrieved Abril 15, 2015, from United Nations: http://www.un.org/en/development/desa/policy/wesp/wesp_archive/2015wesp-pr-gl-es.pdf
- Walther, L. M. (2010). *Cost Analysis :Managerial and Cost Accounting*. Utah.
- Universidad de Cambridge. (Junio, 2014). *Quinto Informe de Evaluación del grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático*. Cambridge.
- Comisión Nacional de Energía. (Diciembre, 2014). *Resumen Ejecutivo: Análisis de consumo eléctrico en el corto, mediano y largo plazo* .Chile: Mercados Energéticos Consultores. <http://www.cne.cl>
- Instituto Nacional de Estadísticas. (Septiembre, 2008). *Boletín Informativo de Energía (Pág. 8)* .Chile. <http://www.ine.cl>
- Superintendencia de Electricidad y Combustible. (2012). *Informe final: Compras de energía y potencia de las empresas distribuidoras durante el año 2012*. Chile: Mega Red.

http://www.sec.cl/pls/portal/docs/page/secnormativa/electricidad_contabilidadregulatoria/vnr/anexo10-estudio_compras_energia_y_potencia_2012.pdf

Gonzalo Ríos. (Noviembre, 2008). *Serie de tiempo*. Universidad de Chile: Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas: Departamento de Ciencias de la Computación.

Ministerio de Planificación. (2015). División de Planificación, Estudios e Inversión: *Metodología de formulación y evaluación de proyectos de electrificación rural*.

Ministerio de Energía. (2013). *Decreto IT- 2012: Fijación de fórmulas tarifarias aplicables a los suministros sujetos a precios regulados*. Chile: Diario Oficial.

ANEXOS

ANEXO 1: MUESTRAS DE CONSUMO DE ENERGÍA POR CATEGORÍA

Categoría “Clase Social”:

Muestra piloto de 30 observaciones aleatorias de consumo de energía extraídas de proyectos que pertenezcan a la clasificación “Clase Social”:

Nº de muestra	Consumo mensual del mes de agosto de 2014 (kWh)	Nº de muestra	Consumo mensual del mes de agosto de 2014 (kWh)
1	101	16	72
2	124	17	69
3	32	18	66
4	148	19	100
5	53	20	66
6	83	21	142
7	73	22	142
8	150	23	190
9	84	24	208
10	151	25	34
11	92	26	114
12	72	27	134
13	135	28	93
14	73	29	81
15	87	30	78

Muestra de las 44 observaciones necesarias para el cálculo del consumo promedio mensual de energía para un cliente que pertenece a esta categoría, en kWh:

Nº Muestra	ago-14	sep-14	oct-14	nov-14	dic-14	ene-15	feb-15	mar-15	abr-15	may-15	jun-15	jul-15
1	90	172	126	122	119	118	117	122	108	120	165	208
2	386	447	153	111	106	103	117	111	90	101	74	76
3	90	95	66	65	62	58	64	66	61	67	83	115
4	90	149	111	65	64	240	100	100	91	112	100	115
5	93	109	113	105	104	100	93	91	88	98	82	90
6	94	21	59	51	53	50	58	61	55	62	137	294
7	86	108	85	81	82	75	75	76	72	80	76	81
8	286	289	143	109	105	104	110	111	87	97	152	235
9	145	95	80	67	69	69	80	78	69	78	94	103

10	137	253	154	108	90	82	79	77	67	74	90	157
11	198	183	102	96	90	60	79	97	111	122	110	111
12	221	228	86	61	48	43	45	44	41	53	51	59
13	115	114	127	112	117	107	116	122	113	124	132	133
14	57	63	79	68	69	71	66	61	56	65	59	59
15	104	96	131	149	169	147	186	189	144	161	154	183
16	112	116	118	120	121	120	140	131	128	108	124	132
17	96	17	57	38	27	18	21	30	19	35	43	59
18	175	190	193	167	176	184	196	190	194	215	165	189
19	25	48	64	77	92	96	86	106	104	122	138	202
20	151	143	133	130	136	128	127	122	104	116	119	109
21	66	60	43	42	47	46	56	55	45	50	40	49
22	134	174	108	91	86	89	94	85	76	84	64	71
23	137	253	154	108	90	82	79	77	67	74	90	157
24	78	66	51	50	59	49	50	57	49	54	53	29
25	93	109	113	105	104	100	93	91	88	98	82	90
26	90	95	66	65	62	58	64	66	61	67	83	115
27	84	165	211	276	342	382	448	475	419	464	303	310
28	33	77	56	51	52	55	66	74	66	72	75	70
29	94	90	63	64	61	59	54	40	25	9	20	60
30	55	70	69	64	56	60	76	84	76	77	75	77
31	153	229	125	142	145	149	189	152	153	118	134	129
32	40	81	51	55	47	53	71	72	77	89	72	74
33	86	101	100	96	100	86	106	96	93	101	99	84
34	108	136	97	110	110	107	73	100	105	103	110	113
35	40	52	43	40	47	46	52	55	37	30	14	23
36	87	115	112	110	128	106	119	122	105	111	109	110
37	76	114	74	69	77	63	73	80	77	71	74	91
38	169	208	156	150	163	170	169	20	85	105	112	151
39	90	87	94	87	98	101	119	119	111	109	108	150
40	76	87	93	50	79	59	89	76	73	81	83	105
41	23	21	22	52	33	22	69	113	106	92	80	69
42	114	96	105	112	94	87	112	92	79	72	84	96
43	66	73	93	83	71	71	75	72	62	63	69	73
44	227	241	200	77	77	72	69	75	64	69	69	113

Categoría “Clase C”:

Muestra piloto de 30 observaciones aleatorias de consumo de energía extraídas de proyectos que pertenezcan a la clasificación “Clase C”:

Nº de muestra	Consumo mensual del mes de agosto de 2014 (kWh)	Nº de muestra	Consumo mensual del mes de agosto de 2014 (kWh)
1	85	16	109
2	284	17	213
3	123	18	88
4	107	19	102
5	179	20	92
6	221	21	174
7	89	22	114
8	149	23	224
9	133	24	164
10	132	25	128
11	108	26	82
12	176	27	150
13	88	28	167
14	134	29	97
15	154	30	159

Muestra de las 51 observaciones necesarias para el cálculo del consumo promedio mensual de energía para un cliente que pertenece a esta categoría, en kWh:

Nº Muestra	ago-14	sep-14	oct-14	nov-14	dic-14	ene-15	feb-15	mar-15	abr-15	may-15	jun-15	jul-15
1	91	62	48	41	48	47	54	13	27	80	62	58
2	272	175	135	111	90	98	107	108	104	104	103	341
3	241	234	189	190	135	140	99	82	108	118	116	461
4	127	122	142	147	131	110	127	142	133	105	141	127
5	108	144	169	139	130	139	178	138	139	156	151	202
6	63	73	51	80	54	109	84	97	88	74	77	78
7	81	136	165	137	151	134	154	176	159	160	136	104
8	123	195	234	152	156	145	93	213	166	164	160	202
9	233	281	301	200	263	42	144	126	152	152	294	314
10	62	96	66	64	60	61	61	66	54	105	103	211
11	50	123	160	93	94	100	106	108	105	98	86	159

12	115	113	115	130	102	98	122	110	108	111	109	147
13	116	183	188	173	92	98	111	101	50	64	78	87
14	86	156	20	71	63	115	8	83	58	65	75	80
15	192	215	197	177	102	87	88	106	121	150	153	170
16	52	42	77	30	44	69	28	72	26	55	50	57
17	99	98	113	111	87	92	78	94	93	94	124	143
18	90	107	98	116	105	89	90	81	100	108	122	188
19	36	61	30	54	30	57	40	30	30	30	94	66
20	133	156	149	111	76	76	76	107	60	100	103	94
21	198	226	218	203	151	133	126	111	128	168	190	226
22	81	70	62	84	72	59	81	73	81	83	85	85
23	162	177	192	289	185	166	181	207	198	236	261	319
24	189	210	174	171	97	75	75	85	78	116	171	206
25	101	107	86	75	62	73	73	78	70	78	85	91
26	107	13	61	79	61	68	67	47	49	74	74	113
27	131	135	128	113	119	123	122	117	89	143	158	174
28	156	190	179	125	72	58	64	73	64	84	122	150
29	289	272	8	68	98	98	103	85	88	95	116	137
30	176	290	293	139	5	106	87	170	116	68	89	113
31	159	143	74	42	26	48	82	105	54	64	128	136
32	71	120	78	65	68	44	49	40	101	78	70	88
33	161	93	93	111	61	59	62	70	60	91	164	201
34	127	135	145	155	133	140	155	150	134	140	139	143
35	71	76	98	116	95	91	91	68	76	104	95	114
36	278	253	257	143	95	136	165	333	214	159	190	294
37	93	101	90	120	97	94	117	105	82	86	110	143
38	134	151	80	88	85	83	92	68	77	117	127	146
39	93	123	89	102	72	87	95	111	83	74	94	129
40	116	133	125	143	135	146	171	153	133	135	118	122
41	140	115	99	70	48	49	58	70	60	59	98	123
42	66	136	127	78	56	51	49	35	46	86	147	160
43	175	187	181	189	168	162	164	188	164	166	166	170
44	103	126	116	108	73	63	70	54	77	102	111	120
45	79	97	122	154	107	95	90	95	97	116	121	136
46	108	99	57	28	45	34	124	103	60	35	41	75
47	171	180	177	147	83	105	64	66	68	122	179	202
48	249	317	278	194	115	155	239	209	151	167	284	301
49	161	183	182	201	142	140	149	124	146	134	138	201
50	175	142	141	144	86	84	126	133	133	107	129	164
51	62	90	80	41	34	66	66	118	78	70	52	55

Categoría “Clase B”:

Muestra piloto de 30 observaciones aleatorias de consumo de energía extraídas de proyectos que pertenezcan a la clasificación “Clase B”:

Nº de muestra	Consumo mensual del mes de agosto de 2014 (kWh)	Nº de muestra	Consumo mensual del mes de agosto de 2014 (kWh)
1	196	16	172
2	259	17	333
3	85	18	147
4	223	19	210
5	191	20	169
6	127	21	124
7	236	22	165
8	176	23	286
9	81	24	105
10	240	25	97
11	211	26	234
12	184	27	246
13	128	28	164
14	231	29	147
15	105	30	181

Muestra de las 75 observaciones necesarias para el cálculo del consumo promedio mensual de energía para un cliente que pertenece a esta categoría, en kWh:

Nº Muestra	ago-14	sep-14	oct-14	nov-14	dic-14	ene-15	feb-15	mar-15	abr-15	may-15	jun-15	jul-15
1	177	141	185	134	132	140	170	154	157	191	187	199
2	121	82	130	97	81	92	66	62	82	122	113	147
3	119	124	175	121	103	115	120	86	113	127	143	140
4	269	311	193	343	232	254	261	235	226	260	296	281
5	104	95	110	91	87	63	92	105	89	112	83	93
6	278	267	251	212	158	146	152	127	141	186	245	312
7	134	122	120	102	95	103	103	95	127	112	124	128
8	229	140	129	104	62	73	73	66	67	74	203	240
9	388	286	220	185	163	156	172	109	140	168	184	200
10	257	270	252	221	182	176	150	113	143	194	225	273
11	342	261	256	201	171	146	139	185	187	278	372	218
12	288	293	232	207	158	157	154	167	161	179	184	289
13	80	87	78	93	75	90	79	88	89	87	108	176

14	176	180	158	151	161	178	196	230	173	176	165	176
15	68	158	140	121	107	125	103	114	60	81	85	98
16	250	231	216	184	183	174	183	123	130	211	220	247
17	155	154	154	333	166	157	109	138	137	170	176	203
18	213	230	244	92	134	126	155	123	134	161	145	237
19	163	175	150	131	128	156	145	152	178	163	197	201
20	271	176	378	227	193	179	197	198	199	206	231	368
21	110	91	94	96	143	102	118	136	104	97	96	102
22	167	234	171	139	136	140	130	118	119	148	143	461
23	119	112	115	71	278	269	112	224	185	210	203	234
24	148	140	133	124	126	131	110	121	121	128	118	166
25	275	241	205	175	133	130	163	139	125	164	193	204
26	107	117	114	122	115	116	131	120	115	113	113	115
27	191	247	239	166	105	93	113	117	63	161	182	214
28	130	271	226	153	125	133	165	125	114	135	152	196
29	184	351	251	226	238	215	187	200	185	201	177	164
30	188	229	174	145	119	121	137	104	125	134	228	381
31	209	213	213	208	185	176	135	113	186	212	238	157
32	137	282	76	114	130	91	115	157	106	119	127	103
33	385	236	253	263	157	102	119	172	64	276	535	407
34	278	276	298	269	249	225	263	247	265	299	278	342
35	82	56	53	46	47	55	65	66	66	53	44	58
36	305	280	268	204	56	240	146	144	120	160	235	290
37	181	235	144	117	134	134	155	117	120	124	163	311
38	239	237	189	148	126	168	172	162	157	183	204	278
39	210	113	98	98	126	107	68	219	249	278	242	282
40	161	184	165	145	141	135	141	95	111	127	129	114
41	230	234	204	167	158	151	144	159	146	193	227	237
42	341	345	270	276	265	304	327	351	297	249	224	232
43	350	313	266	151	145	143	172	163	127	146	262	319
44	248	249	216	186	156	150	127	120	164	164	252	408
45	100	106	93	90	95	57	80	134	87	86	119	81
46	110	121	112	105	112	107	101	95	101	107	119	126
47	208	210	195	168	108	106	119	101	100	122	180	243
48	175	172	137	126	101	131	124	129	122	131	173	117
49	291	309	250	208	146	124	129	138	137	179	214	299
50	94	78	74	56	57	53	51	39	54	44	49	64
51	69	126	87	72	62	70	59	74	68	86	104	137
52	167	143	135	131	139	118	119	132	115	101	98	100
53	173	208	177	165	165	150	146	124	136	119	157	165
54	299	87	98	89	97	103	103	151	103	103	127	94

55	144	146	155	121	98	79	80	84	90	84	113	114
56	92	100	77	67	70	57	65	61	72	63	100	83
57	114	99	104	72	58	56	28	69	95	98	111	173
58	361	318	287	203	108	104	84	226	259	266	399	405
59	292	230	207	175	167	161	183	165	126	162	272	385
60	210	119	159	107	91	88	91	108	83	122	201	249
61	382	270	122	79	68	65	75	67	64	50	212	265
62	211	258	208	188	142	137	109	75	137	181	216	244
63	286	238	229	169	120	116	101	97	109	142	206	274
64	286	186	165	98	89	167	58	113	107	126	177	247
65	105	111	122	136	113	114	110	45	96	108	115	153
66	255	223	197	97	98	164	53	116	44	60	83	104
67	169	166	205	155	117	141	102	147	122	153	89	39
68	376	298	350	245	81	79	76	91	90	141	168	212
69	165	162	169	126	119	137	65	99	50	112	130	150
70	165	159	164	131	135	146	140	160	136	177	166	163
71	128	123	135	120	146	138	128	114	129	157	172	206
72	172	175	231	194	201	198	81	166	129	162	158	264
73	177	141	185	134	132	140	170	154	157	191	187	199
74	121	82	130	97	81	92	66	62	82	122	113	147
75	119	124	175	121	103	115	120	86	113	127	143	140

Categoría “Clase A”:

Muestra de las 25 observaciones necesarias para el cálculo del consumo promedio mensual de energía para un cliente que pertenece a esta categoría, en kWh:

N° Muestra	ago-14	sep-14	oct-14	nov-14	dic-14	ene-15	feb-15	mar-15	abr-15	may-15	jun-15	jul-15
1	239	313	297	389	415	390	441	300	359	348	346	352
2	234	209	202	219	190	180	191	170	180	326	409	442
3	180	196	199	215	174	180	170	139	168	180	190	195
4	173	147	145	148	123	120	131	119	112	140	151	158
5	198	253	231	254	162	150	233	193	168	229	244	264
6	138	141	158	172	108	90	179	102	116	129	130	149
7	121	119	116	129	125	120	139	142	117	119	118	128
8	209	256	199	224	183	180	127	207	157	177	195	194
9	356	450	228	142	121	120	155	151	137	108	81	218
10	321	397	259	255	242	240	153	205	180	205	226	244
11	97	107	97	111	105	90	131	117	104	96	92	100
12	122	129	118	142	109	120	72	138	130	194	222	244
13	119	181	350	183	241	240	580	940	592	713	987	1203
14	212	275	248	248	142	227	6	196	178	179	172	181
15	177	159	177	196	143	150	156	158	165	192	191	202
16	469	435	335	393	369	360	780	379	441	384	362	366
17	149	150	172	140	134	120	431	226	149	100	204	204
18	273	265	262	315	215	210	320	143	213	182	190	216
19	113	118	118	133	129	120	108	67	146	145	145	149
20	253	200	188	186	159	150	171	183	164	219	389	456
21	186	140	46	86	73	60	116	103	90	88	132	194
22	287	289	57	304	298	300	372	321	246	259	248	255
23	398	379	321	293	243	240	203	371	301	144	141	137
24	130	143	152	138	145	150	125	115	128	192	154	140
25	376	373	232	253	168	150	205	195	201	184	209	219

ANEXO 2: APLICACIÓN DE METODO DE PREDICCIÓN

En este anexo se presenta la aplicación del método de estimación para este estudio, el cual corresponde a la descomposición de la serie de tiempo a través de la técnica de medias móviles. A través de este método, se desarrolló todo el proceso necesario para la estimación de la venta de energía mensual para un cliente residencial de Copelec Ltda., durante el periodo 2016 a 2030.

Datos históricos:

Se realizó el análisis de la serie de tiempo con los datos del registro de energía facturada promedio mensual para un cliente residencial proporcionados por el área de facturación de Copelec Ltda., comprendido de Enero de 2013 a Julio de 2015, con el objeto de poder analizar el comportamiento del consumo de energía por parte de estos usuarios conectados al servicio de Copelec Ltda.

Los datos que se muestran a continuación corresponden al registro histórico del consumo promedio mensual facturado de un cliente perteneciente a la a la actividad residencial de Copelec Ltda.

Año	Mes	Cantidad de Clientes	kWh Facturados	Consumo promedio por usuario residencial (kWh)
2011	Enero	37.509	3.971.483	105,88
	Febrero	37.644	4.201.755	111,62
	Marzo	37.772	3.624.771	95,96
	Abril	37.794	3.479.992	92,08
	Mayo	37.864	3.562.759	94,09
	Junio	37.989	3.539.894	93,18
	Julio	38.060	3.567.341	93,73
	Agosto	38.096	3.542.356	92,98
	Septiembre	38.169	3.489.965	91,43
	Octubre	38.276	3.680.057	96,15
	Noviembre	38.392	3.674.066	95,70
	Diciembre	38.524	4.002.255	103,89
2012	Enero	38.684	4.421.689	114,30
	Febrero	38.847	4.546.027	117,02
	Marzo	38.989	4.097.913	105,10
	Abril	39.139	3.937.110	100,59
	Mayo	39.285	3.792.225	96,53
	Junio	39.369	3.751.546	95,29
	Julio	39.543	3.854.465	97,48
	Agosto	39.672	3.799.081	95,76
	Septiembre	39.853	3.968.345	99,57
	Octubre	39.953	3.785.575	94,75
	Noviembre	40.110	3.952.285	98,54
	Diciembre	40.233	4.012.324	99,73
2013	Enero	40.559	4.739.992	116,87
	Febrero	40.743	5.021.864	123,26
	Marzo	40.869	4.319.827	105,70
	Abril	40.956	4.255.207	103,90
	Mayo	41.081	4.223.287	102,80
	Junio	41.258	4.239.581	102,76
	Julio	41.342	4.303.988	104,11
	Agosto	41.454	4.282.843	103,32
	Septiembre	41.848	4.447.400	106,28
	Octubre	42.089	4.297.313	102,10
	Noviembre	42.276	4.322.712	102,25
	Diciembre	42.547	4.905.990	115,31

2014	Enero	42.692	5.117.903	119,88
	Febrero	42.915	5.579.065	130,00
	Marzo	43.139	4.721.473	109,45
	Abril	43.436	4.530.960	104,31
	Mayo	43.603	4.646.924	106,57
	Junio	43.874	4.768.263	108,68
	Julio	44.081	4.670.049	105,94
	Agosto	44.253	5.072.822	114,63
	Septiembre	44.369	4.716.187	106,29
	Octubre	44.477	4.665.419	104,90
	Noviembre	44.723	4.979.036	111,33
	Diciembre	44.836	5.217.420	116,37
2015	Enero	45.093	6.007.259	133,22
	Febrero	45.359	6.198.053	136,64
	Marzo	45.650	5.321.350	116,57
	Abril	45.841	5.167.559	112,73
	Mayo	46.365	4.888.292	105,43
	Junio	46.655	5.049.253	108,23
	Julio	46.874	5.289.346	112,84

Fuente: Área de Facturación de Copelec Ltda. Esta información fue extraída el 15 de Septiembre de 2015.

Método de Descomposición de serie

Paso 1: Eliminar las fluctuaciones de corto plazo.

El eliminar los movimientos estacionales y las irregularidades, de los datos recolectados permiten de manera más fácil identificar la componente tendencia (aumento o disminución del consumo) y los movimientos cíclicos de la serie. Esto se logra a través de la media móvil, la cual tiene un número de periodos igual a la estacionalidad de la serie, en este caso como los datos son mensuales y se desea identificar su pauta, se debe utilizar una media móvil de 12 periodos.

La media móvil para los datos mensuales se calcula de la siguiente forma:

$$MM_t = \frac{(Y_{t-6} + Y_{t-5} + Y_{t-4} + \dots + Y_t + Y_{t+1} + \dots + Y_{t+5})}{12}$$

Donde:

- Y_t : Consumo promedio por usuario residencial , en kWh.

La media móvil en cada periodo contiene un elemento de cada una de las estaciones, por lo que al promediarse se logra eliminar la estacionalidad, representando este valor un nivel general del valor Y para el año en que se centre la media móvil.

Como los datos mensuales, contienen un número de periodos par, la media móvil calculada no estará centrada dentro del año, por lo que para centrarla se debe calcular una nueva media móvil de dos periodos, la cual tiene por nombre media móvil centrada para el periodo t y utilizar la siguiente formulación:

$$MMC_t = \frac{MM_t + MM_{t+1}}{2}$$

Estas medias móviles centradas logran entregar los datos desestacionalizado de serie.

Paso 2: Determinar los factores de estacionalidad de la serie.

Luego de haber determinado las medias móviles centradas, MMC_t , estos valores desestacionalizados , se deben comparan con los valores reales de la serie para cada periodo Y_t con su valor desestacionalizado MMC_t , se obtiene la medida del grado o factor de estacionalidad, FE_t .

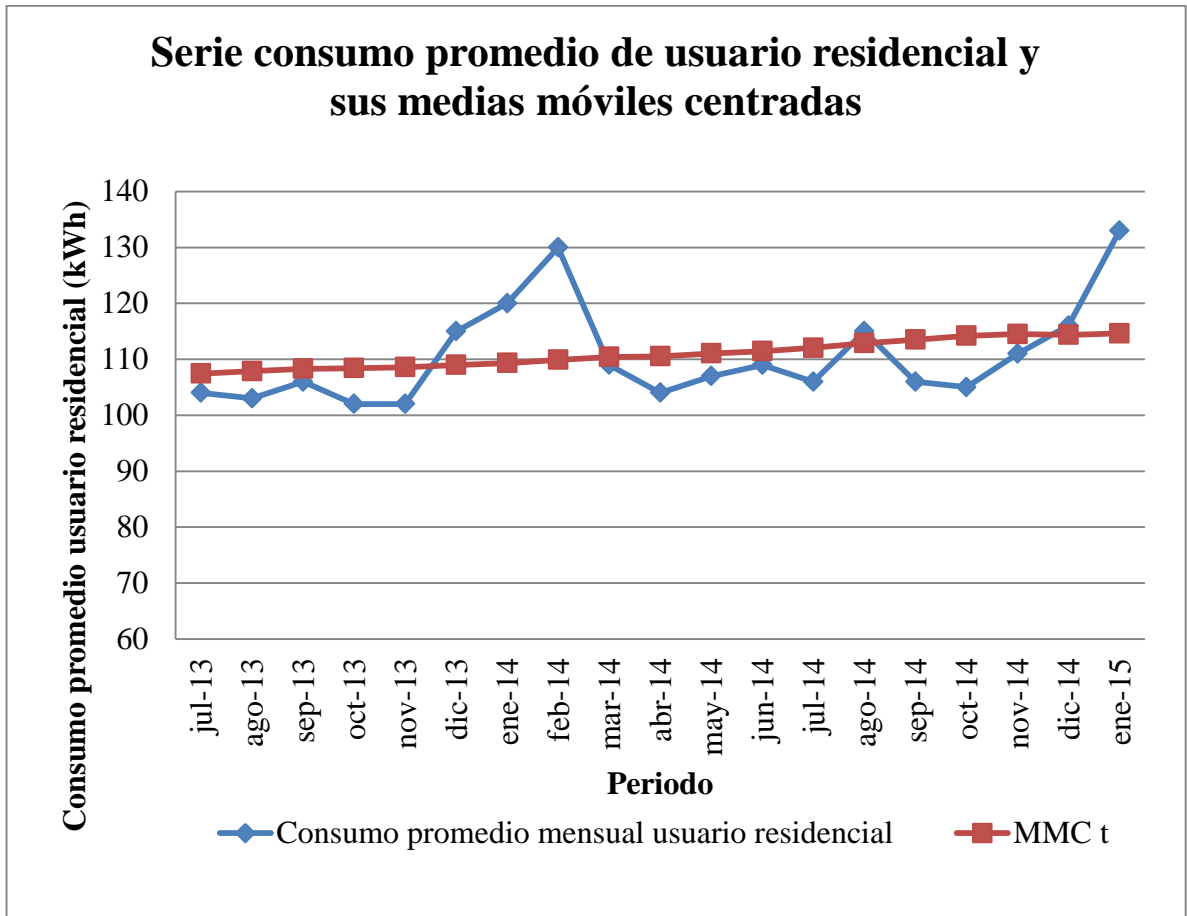
$$FE_t = \frac{Y_t}{MMC_t}$$

Aplicando a los datos presentados, se obtuvieron las medias móviles y factores de estacionalidad.

Año	Mes	Consumo Promedio por usuario residencial en kWh (Yt)	MM t	MMC t	FE t
2013	Enero	117			
	Febrero	123			
	Marzo	106			
	Abril	104			
	Mayo	103			
	Junio	103			
	Julio	104	107,33	107,46	0,9678
	Agosto	103	107,58	107,88	0,9548
	Septiembre	106	108,17	108,29	0,9788
	Octubre	102	108,42	108,42	0,9408
	Noviembre	102	108,42	108,58	0,9394
	Diciembre	115	108,75	109,00	1,0550
2014	Enero	120	109,25	109,33	1,0976
	Febrero	130	109,42	109,92	1,1827
	Marzo	109	110,42	110,42	0,9872
	Abril	104	110,42	110,54	0,9408
	Mayo	107	110,67	111,04	0,9636
	Junio	109	111,42	111,46	0,9779
	Julio	106	111,50	112,04	0,9461
	Agosto	115	112,58	112,88	1,0188
	Septiembre	106	113,17	113,50	0,9339
	Octubre	105	113,83	114,21	0,9194
	Noviembre	111	114,58	114,50	0,9694
	Diciembre	116	114,42	114,38	1,0142
2015	Enero	133	114,33	114,63	1,1603
	Febrero	137	114,92		
	Marzo	117			
	Abril	113			
	Mayo	105			
	Junio	108			
	Julio	113			

El grado de estacionalidad (FEt), indica si el dato observado se encuentra por encima o debido de este mismo pero desestacionalizado. Cuando el valor es mayor que 1 la observación Yt es mayor que el promedio anual, y en el caso sea menor a uno es menor.

En el siguiente gráfico se observa los datos reales y los datos desestacionalizados.



Se aprecia que las medias móviles centradas logran suavizar la serie a través de la eliminación de las variaciones estacionales y los componentes aleatorios irregulares presentes en la serie.

Paso 3: Determinar los índices estacionales.

Una vez determinados los factores estacionales, se calculó los índices estacionales para cada mes, IE. Estos valores representan el promedio de los factores estacionales correspondientes para cada mes. Estos se presentan a continuación.

Año	2013	2014	2015	Promedio (IE)	Desviación	IE Corregido
Enero		1,0976	1,1603	1,1289	0,0314	1,1289
Febrero		1,1827		1,1827	0,0000	1,1827
Marzo		0,9872		0,9872	0,0000	0,9871
Abril		0,9408		0,9408	0,0000	0,9408
Mayo		0,9636		0,9636	0,0000	0,9636
Junio		0,9779		0,9779	0,0000	0,9779
Julio	0,9678	0,9461		0,9569	0,0109	0,9569
Agosto	0,9548	1,0188		0,9868	0,0320	0,9868
Septiembre	0,9788	0,9339		0,9564	0,0225	0,9563
Octubre	0,9408	0,9194		0,9301	0,0107	0,9301
Noviembre	0,9394	0,9694		0,9544	0,0150	0,9544
Diciembre	1,0550	1,0142		1,0346	0,0204	1,0346
			Suma	12,00045	Suma	12,0000
			Factor de estacionalidad	0,99996		

Cuando la suma de los índices estacionales para cada mes no es igual al número de periodos, como en este caso, estos deben normalizarse multiplicando cada uno por el factor de estacionalidad. Esta multiplicación entrega los valores que corresponden a los índices estacionales corregidos (IE corregido) y que permitirán desestacionalizar los datos de la serie y posteriormente estimar la tendencia de ésta.

Paso 4: Desestacionalización de la serie.

Cada dato debe desestacionalizarse para conseguir observar la tendencia a largo plazo de la serie, esto se logra de la siguiente manera:

$$Y_t \text{ desestacionalizado} = \frac{Y_t}{FE \text{ corregido}}$$

Donde:

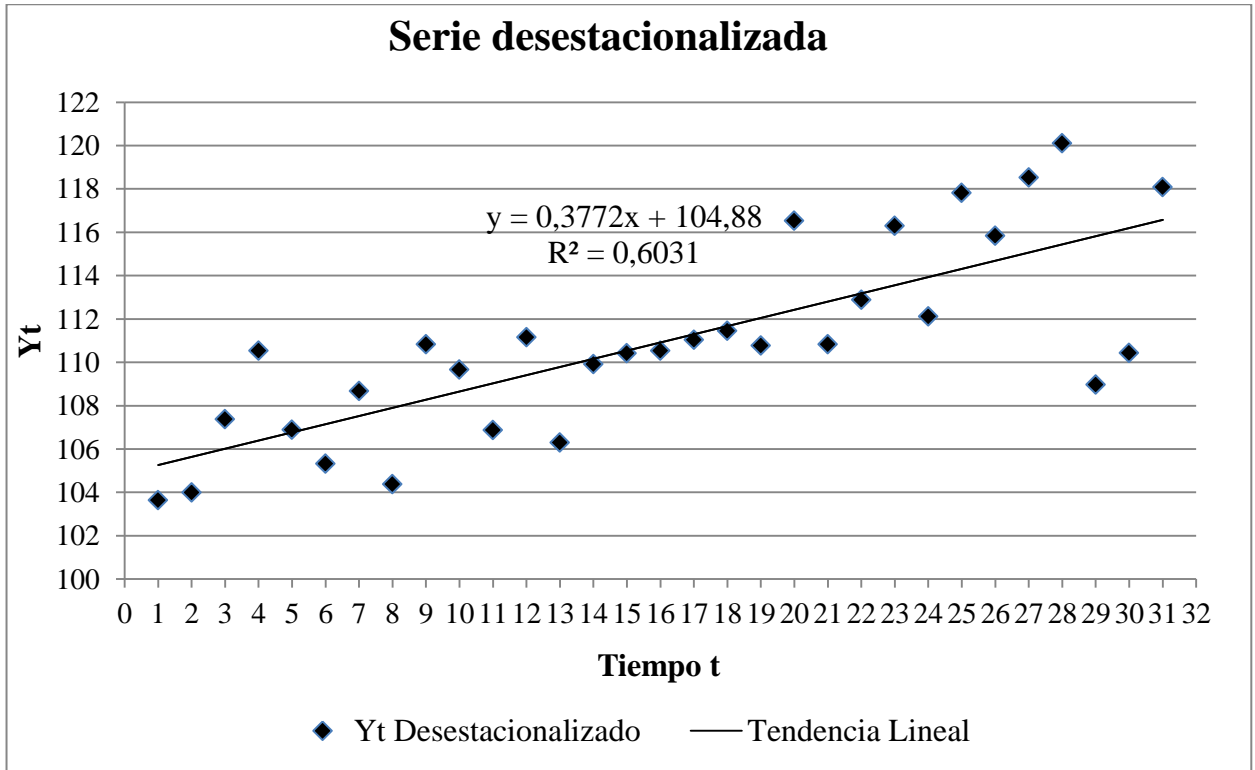
- Y_t : Consumo promedio por usuario residencial en el periodo t .
- FE corregido: Factor estacional corregido correspondiente al mes de la observación.

En la siguiente tabla se presenta los valores desestacionalizados de la serie.

Año	Mes	Consumo Promedio por usuario residencial en kWh (Y_t)	FE Corregido	Y_t desestacionalizado
2013	Enero	117	1,13	103,64
	Febrero	123	1,18	104,00
	Marzo	106	0,99	107,38
	Abril	104	0,94	110,55
	Mayo	103	0,96	106,89
	Junio	103	0,98	105,33
	Julio	104	0,96	108,68
	Agosto	103	0,99	104,38
	Septiembre	106	0,96	110,84
	Octubre	102	0,93	109,67
	Noviembre	102	0,95	106,88
	Diciembre	115	1,03	111,16
2014	Enero	120	1,13	106,30
	Febrero	130	1,18	109,92
	Marzo	109	0,99	110,42
	Abril	104	0,94	110,55
	Mayo	107	0,96	111,05
	Junio	109	0,98	111,46
	Julio	106	0,96	110,77
	Agosto	115	0,99	116,54
	Septiembre	106	0,96	110,84
	Octubre	105	0,93	112,90
	Noviembre	111	0,95	116,31
	Diciembre	116	1,03	112,12
2015	Enero	133	1,13	117,81
	Febrero	137	1,18	115,84
	Marzo	117	0,99	118,53
	Abril	113	0,94	120,11
	Mayo	105	0,96	108,97
	Junio	108	0,98	110,44
	Julio	113	0,96	118,09

Paso 5: Estimación de la tendencia.

Ajustando estos datos a una curva de tendencia lineal se logra obtener la ecuación de la regresión lineal de los datos, $y'(t) = ax + b$.



A través de la ecuación de la tendencia de los datos desestacionalizados se realizó la estimación de ellos ($Y't$ desestacionalizado). La información se presenta a continuación.

Año	Mes	t	Yt desestacionalizado	Y't desestacionalizado
2013	Enero	1	103,64	94,5607
	Febrero	2	104,00	94,9834
	Marzo	3	107,38	95,4061
	Abril	4	110,55	95,8288
	Mayo	5	106,89	96,2515
	Junio	6	105,33	96,6742
	Julio	7	108,68	97,0969
	Agosto	8	104,38	97,5196
	Septiembre	9	110,84	97,9423
	Octubre	10	109,67	98,365
	Noviembre	11	106,88	98,7877
	Diciembre	12	111,16	99,2104
2014	Enero	13	106,30	99,6331
	Febrero	14	109,92	100,0558
	Marzo	15	110,42	100,4785
	Abril	16	110,55	100,9012
	Mayo	17	111,05	101,3239
	Junio	18	111,46	101,7466
	Julio	19	110,77	102,1693
	Agosto	20	116,54	102,592
	Septiembre	21	110,84	103,0147
	Octubre	22	112,90	103,4374
	Noviembre	23	116,31	103,8601
	Diciembre	24	112,12	104,2828
2015	Enero	25	117,81	104,7055
	Febrero	26	115,84	105,1282
	Marzo	27	118,53	105,5509
	Abril	28	120,11	105,9736
	Mayo	29	108,97	106,3963
	Junio	30	110,44	106,819
	Julio	31	118,09	107,2417

Paso 6: Estacionalización de la serie y pronósticos

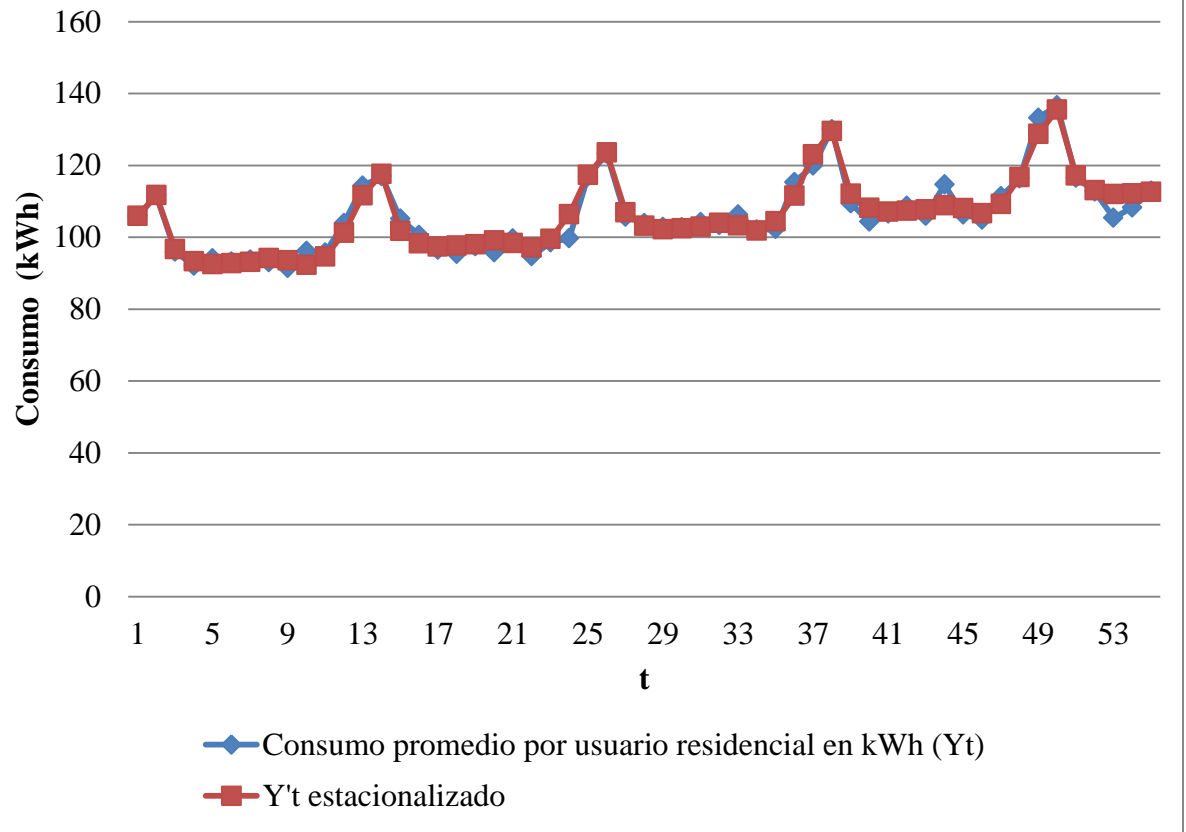
Posteriormente a obtener la estimación de la serie desestacionalizada, se le debe volver a aplicar la estacionalidad de manera de no perder el comportamiento real de la serie. Para esto a cada valor estimado de la serie desestacionalizada se le aplicó su factor estacional corregido (FE corregido) correspondiente al mes observado. A continuación se presentan las estimaciones de la serie estacionalizada.

Año	Mes	Consumo promedio por usuario residencial en kWh (Yt)	t	Y't desestacionalizado	FE corregido	Y't estacionalizado
2011	Enero	105,88	1	94,5607	1,12063	105,9673
	Febrero	111,62	2	94,9834	1,17578	111,6800
	Marzo	95,96	3	95,4061	1,01296	96,6426
	Abril	92,08	4	95,8288	0,97377	93,3151
	Mayo	94,09	5	96,2515	0,96074	92,4724
	Junio	93,18	6	96,6742	0,95934	92,7438
	Julio	93,73	7	97,0969	0,95924	93,1394
	Agosto	92,98	8	97,5196	0,96561	94,1660
	Septiembre	91,43	9	97,9423	0,95513	93,5479
	Octubre	96,15	10	98,365	0,93866	92,3311
	Noviembre	95,70	11	98,7877	0,95819	94,6569
	Diciembre	103,89	12	99,2104	1,01995	101,1895
2012	Enero	114,30	13	99,6331	1,12063	111,6516
	Febrero	117,02	14	100,0558	1,17578	117,6441
	Marzo	105,10	15	100,4785	1,01296	101,7807
	Abril	100,59	16	100,9012	0,97377	98,2545
	Mayo	96,53	17	101,3239	0,96074	97,3457
	Junio	95,29	18	101,7466	0,95934	97,6100
	Julio	97,48	19	102,1693	0,95924	98,0050
	Agosto	95,76	20	102,592	0,96561	99,0639
	Septiembre	99,57	21	103,0147	0,95513	98,3927
	Octubre	94,75	22	103,4374	0,93866	97,0924
	Noviembre	98,54	23	103,8601	0,95819	99,5172
	Diciembre	99,73	24	104,2828	1,01995	106,3631

2013	Enero	116,87	25	104,7055	1,12063	117,3358
	Febrero	123,26	26	105,1282	1,17578	123,6081
	Marzo	105,70	27	105,5509	1,01296	106,9188
	Abril	103,90	28	105,9736	0,97377	103,1938
	Mayo	102,80	29	106,3963	0,96074	102,2189
	Junio	102,76	30	106,819	0,95934	102,4762
	Julio	104,11	31	107,2417	0,95924	102,8707
	Agosto	103,32	32	107,6644	0,96561	103,9619
	Septiembre	106,28	33	108,0871	0,95513	103,2375
	Octubre	102,10	34	108,5098	0,93866	101,8536
	Noviembre	102,25	35	108,9325	0,95819	104,3775
	Diciembre	115,31	36	109,3552	1,01995	111,5367
2014	Enero	119,88	37	109,7779	1,12063	123,0201
	Febrero	130,00	38	110,2006	1,17578	129,5722
	Marzo	109,45	39	110,6233	1,01296	112,0570
	Abril	104,31	40	111,046	0,97377	108,1332
	Mayo	106,57	41	111,4687	0,96074	107,0922
	Junio	108,68	42	111,8914	0,95934	107,3424
	Julio	105,94	43	112,3141	0,95924	107,7363
	Agosto	114,63	44	112,7368	0,96561	108,8599
	Septiembre	106,29	45	113,1595	0,95513	108,0824
	Octubre	104,90	46	113,5822	0,93866	106,6149
	Noviembre	111,33	47	114,0049	0,95819	109,2378
	Diciembre	116,37	48	114,4276	1,01995	116,7103
2015	Enero	133,22	49	114,8503	1,12063	128,7044
	Febrero	136,64	50	115,273	1,17578	135,5362
	Marzo	116,57	51	115,6957	1,01296	117,1951
	Abril	112,73	52	116,1184	0,97377	113,0725
	Mayo	105,43	53	116,5411	0,96074	111,9654
	Junio	108,23	54	116,9638	0,95934	112,2085
	Julio	112,84	55	117,3865	0,95924	112,6020

A continuación se presenta el gráfico de los valores observados de consumo promedio de energía del usuario residencial v/s los valores estimados.

Valor consumo promedio de energía de usuario residencial v/s estimación



Paso 7: Validación de pronósticos y errores

Para validar las estimaciones y el método empleado, es necesario conocer los errores entre los valores observados y estimados. Los valores de los errores en cada periodo (e_t) se calcularon mediante la resta del valor observado (X_t) y valor pronosticado (F_t):

$$e_t = Y_t - Y'_t \text{ estacionalizado}$$

Año	Mes	Consumo promedio por usuario residencial en kWh (Yt)	Y't estacionalizado	e_t	e_t^2
2011	Enero	105,88	105,9673	-0,086	0,007
	Febrero	111,62	111,6800	-0,062	0,004
	Marzo	95,96	96,6426	-0,678	0,460
	Abril	92,08	93,3151	-1,237	1,531
	Mayo	94,09	92,4724	1,621	2,628
	Junio	93,18	92,7438	0,438	0,192
	Julio	93,73	93,1394	0,590	0,348
	Agosto	92,98	94,1660	-1,181	1,395
	Septiembre	91,43	93,5479	-2,113	4,466
	Octubre	96,15	92,3311	3,814	14,548
	Noviembre	95,70	94,6569	1,042	1,085
	Diciembre	103,89	101,1895	2,700	7,292
2012	Enero	114,30	111,6516	2,651	7,029
	Febrero	117,02	117,6441	-0,620	0,385
	Marzo	105,10	101,7807	3,324	11,047
	Abril	100,59	98,2545	2,339	5,469
	Mayo	96,53	97,3457	-0,815	0,663
	Junio	95,29	97,6100	-2,318	5,374
	Julio	97,48	98,0050	-0,530	0,281
	Agosto	95,76	99,0639	-3,302	10,901
	Septiembre	99,57	98,3927	1,182	1,397
	Octubre	94,75	97,0924	-2,342	5,483
	Noviembre	98,54	99,5172	-0,981	0,962
	Diciembre	99,73	106,3631	-6,636	44,036

2013	Enero	116,87	117,3358	-0,469	0,220
	Febrero	123,26	123,6081	-0,351	0,123
	Marzo	105,70	106,9188	-1,219	1,487
	Abril	103,90	103,1938	0,703	0,495
	Mayo	102,80	102,2189	0,585	0,342
	Junio	102,76	102,4762	0,282	0,079
	Julio	104,11	102,8707	1,236	1,528
	Agosto	103,32	103,9619	-0,646	0,418
	Septiembre	106,28	103,2375	3,038	9,227
	Octubre	102,10	101,8536	0,247	0,061
	Noviembre	102,25	104,3775	-2,128	4,527
	Diciembre	115,31	111,5367	3,771	14,219
2014	Enero	119,88	123,0201	-3,140	9,862
	Febrero	130,00	129,5722	0,430	0,185
	Marzo	109,45	112,0570	-2,609	6,807
	Abril	104,31	108,1332	-3,820	14,590
	Mayo	106,57	107,0922	-0,519	0,269
	Junio	108,68	107,3424	1,338	1,792
	Julio	105,94	107,7363	-1,794	3,218
	Agosto	114,63	108,8599	5,772	33,321
	Septiembre	106,29	108,0824	-1,788	3,196
	Octubre	104,90	106,6149	-1,720	2,958
	Noviembre	111,33	109,2378	2,093	4,380
	Diciembre	116,37	116,7103	-0,344	0,118
2015	Enero	133,22	128,7044	4,515	20,385
	Febrero	136,64	135,5362	1,108	1,228
	Marzo	116,57	117,1951	-0,627	0,393
	Abril	112,73	113,0725	-0,345	0,119
	Mayo	105,43	111,9654	-6,535	42,703
	Junio	108,23	112,2085	-3,983	15,866
	Julio	112,84	112,6020	0,240	0,058


A través de estos valores se puede conocer el Error Cuadrático Medio (ECM) y el Error Porcentual Medio (EPM), estos indicadores nos permitirán medir los errores de los pronósticos presentados.

$$ECM = \frac{\sum_{t=1}^n e_t^2}{n}$$
$$EPM = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{e_t}{\hat{X}_t}}{n}$$

Para este modelo de pronóstico se obtuvo un ECM=5,839 y un EPM= - 0,00218. A través de este último indicador, el cual es cercano a 0 y se encuentra entre el rango de -0,05 y 0,05 se puede decir que el modelo no produce sesgo. Es decir que los valores estimados no se alejan mayormente de los observados.

ANEXO 3: REGISTRO DE MATERIALES DE PROYECTOS ELECTRICOS

El registro de los materiales empleados en un proyecto eléctrico se presenta en el siguiente documento:



EXTRACCION DE ESTRUCTURAS:

NOMBRE INTERESADO (S): _____ No. PA

SECTOR: _____ COMUNA: _____ No. INT.: _____ No. SOL.

No. COMP. _____

DETALLE ESTACADO (OBRAS)

DETALLE PRESUPUESTO (PROYECTOS)

ESTRUCTURAS AT (No. FASES)	CANTIDAD	POSTES	CANTIDAD
Portante		Postes Ca 10m.	
Remate		Postes Ca 11,5 m.	
Arranque		Postes Mad. 10 m.	
Portante C/ Camino		Postes Mad. 8 m.	
Portante Angulo		Postes Mad. 6 m.	
Anclaje Angulo Recto			
Anclaje en Recta			
Semianclaje			
Tmrv o/Disco			
Tmrv o/Espiga			
Desconectador XS-100			
Sub-Estación _____ 0			
Sub-Estación _____ 0			
Transformador _____ Kva _____ 0			
Transformador _____ Kva _____ 0			
Transformador _____ Kva _____ 0			
Transformador _____ Kva _____ 0			
Alambre Cu No. 6 Awg (mts.)			
Conexión S/E-LBT (1 usuario)			
Conexión S/E-LBT (n usuario)			
Conexión S/E- Fase Empalme			

ESTRUCTURAS ADICIONALES	CANTIDAD
Tirante AT	
Tirante BT P. 8 m.	
Tirante BT P. 10 m.	
Extensión Metálica _____ m.	
Material Adicional (unid. x _____ \$ 1.000)	
H/H Adicionales (unid. x _____ c/hora)	

EQUIPOS DE MEDIDA	TARIFA	FASES	CANTIDAD

ESTRUCTURA BAJA TENSION POSTE CA	CANTIDAD
Portante	
Portante Angulo	
Portante CD	
Remate	
Remate CD	
Remate ST	
T. Tierra	
Alambre Cu No. 6 Awg /mts.)	

ESTRUCTURAS BAJA TENSION POSTE MAD.	CANTIDAD
Portante	
Portante Angulo	
Portante CD	
Remate	
Remate CD	
Remate ST	
T. Tierra	
Diferencia Ampl. Transformador	

ESTRUCTURAS EMPALMES 1 KVA- 1F	CANTIDAD
Empalme Normal	
Empalme Intemperie C/Caja Empalme	
Empalme Intemperie C/Caja Metálica	
Empalme C/Esq. Medida Intemperie	
Rack (mad.)	
Rack (ca)	
Escuadra Soporte Emplame	

GASTOS DE EJECUCION Y DERECHOS	CANTIDAD
Cantidad XH	
Flete	
% G. Generales	
% Otros Gastos	
Derechos Conexión (UF)	
Derechos Línea (UF)	

EXTRACTOR OBRAS MV HH MC

EXTRACTOR PROYECTOS JL VF LV C6 JF

FECHA

GAF 059

ANEXO 4: INFORMACIÓN OPCIONES TARIFARIAS

Tipo de Clientes y Tarifas

Existen dos tipos de clientes: El cliente libre, el cual cuenta con un sistema eléctrico que se abastece de una potencia mayor a 5000 kW y los clientes regulados los cuales tiene una potencia conectada inferior a ese valor, ubicados en zonas de concesión de servicio público de distribución o que se conecten mediante líneas de su propiedad o de terceros a las instalaciones de distribución de la respectiva concesionaria.

Elección de tarifa

Los usuarios finales regulados pueden elegir libremente una de las siguientes opciones tarifarias, con limitaciones y condiciones de aplicación establecidas para cada caso y dentro del nivel de tensión que corresponda.

Existen dos tipos de clientes regulados:

- Clientes en alta tensión (AT): Conectado con su empalme a líneas de voltaje superior a 400 Volts.
- Clientes en baja tensión (BT): Conectado con su empalme a líneas de voltaje igual o inferior a 400 Volts.

Para clientes de baja tensión, las opciones son:

- BT-1: Medición de energía con potencia conectada menor a 10 kW o demanda limitada a los 10 kW. Este valor es el más común en usuarios residenciales.
- BT-2: Medición de energía y contratación de potencia (Comercial y alumbrado público).
- BT3: Medición de energía y medición de demanda máxima.
- BT-4: Medición de energía y alguna de las siguientes modalidades:
 - BT-4.1: Contratación de demanda máxima de potencia en horas punta y de la demanda máxima de potencia.

- BT-4.2: Medición de demanda máxima de potencia en horas de punta y contratación de demanda máxima de potencia.
- BT-4.3: Medición de demanda máxima de potencia en horas de punta y de la demanda máxima de potencia suministrada.

En el caso de clientes de alta tensión, las opciones son idénticas y clasificadas como: AT-2, AT-3, AT-4.1, AT-4.2 y AT-4.3.

La información presentada anteriormente fue extraída de un documento disponible por el Ministerio de Energía vía web y que corresponde a una publicación presentada en el Diario Oficial de la República de Chile, en abril de 2013.

Información sobre la metodología para la aplicación de un valor tarifario

Los clientes libres tienen una tarifa determinada entre una negociación propia con las empresas distribuidoras, o en algunos casos directa con empresas generadoras, en cambio en el caso de los clientes regulados ubicados en zonas de distribución, éstos deben cancelar por la tarifa definida y regulada por la Comisión Nacional de Energía (CNE), organismo responsable del análisis y fijación de precios en las tarifas a las que deben estar sujetas las empresas del sector energético.

El Ministerio de Energía, a través del artículo N°155 del DFL N° 4 de 2006, determinó que los clientes finales deben pagar por los costos involucrados en el proceso de generación, transporte y distribución de la energía, la que se ve reflejada por los siguientes conceptos:

$$\begin{aligned}
 & \textit{Precio a usuario final} \\
 & = \textit{Precio de nudo promedio (PNP)} \\
 & + \textit{Valor agregado de distribución (VAD)} \\
 & + \textit{Cargo único por uso del sistema troncal (CUT)}
 \end{aligned}$$

- Precio de nudo promedio: Corresponde al precio que las empresas concesionarias de servicio público de distribución pagan por la electricidad necesaria para abastecer a sus clientes regulados. Este se compone por el promedio ponderado de los siguientes precios de contrato de suministro:

- Precios de nudo de largo plazo de energía y potencia: Lo que debe pagar una empresa de distribución a su proveedor de energía pactado en el contrato de suministro a partir de las licitaciones públicas reguladas. Además cada proceso licitado establece, dentro de una normativa, su propia formulación para la indexación de los precios nudo de largo plazo.
- Precio de nudo de corto plazo de energía y potencia de punta: Precio a nivel de la generación y transporte fijados semestralmente en los meses de abril y octubre de cada año.

Su valor es determinado por la Comisión Nacional de Energía a través de informes técnicos y es comunicada al Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, quien fija estos valores a través de un Decreto publicado en el Diario Oficial.

El valor es único determinado para cada distribuidora y se reajusta en las siguientes ocasiones:

- Semestralmente, en abril y octubre de cada año, por el valor del dólar (moneda funcional en la que se adquiere la energía).
 - En caso de que se produzca una indexación del precio de algún contrato de suministro con una variación mayor al 10% en el precio vigente por concepto de cambio en el comportamiento de los índices que lo determinan: petróleo diesel, carbón, gas natural licuado y CPI (Índice de precios de consumo de EE.UU).
 - Entrada de algún nuevo contrato de suministro licitado.
- Valor agregado de distribución (VAD): Es el valor o costo por efectuar y entregar los servicios de distribución de electricidad. Se calcula a través de los costos medios de inversión y funcionamiento de una empresa modelo o teórica que opera en el país y que trabaja de manera eficiente para proveer el servicio energético.

Este valor es fijado por un periodo de validez de 4 años y en la actualidad se encuentra el Decreto N°1T de 2012, el cual tiene vigencia hasta noviembre de 2016.

- Cargo único de sistema troncal (CUT): Corresponde al costo en que incurre la empresa distribuidora mensualmente por el uso de las instalaciones de transmisión de energía eléctrica del sistema interconectado central para conseguir llevar energía desde los generadores a consumidores finales.

Su cobro se incorpora a los clientes de la empresa de suministro en función de los consumos que genere el cliente. Por lo que el precio definido por la autoridad se multiplica por los kWh consumidos por el cliente en el periodo facturado y se informa en cada boleta o factura como “Cargo Único Sistema Troncal”.

Fórmula tarifaria BT-1a

A continuación se indica las fórmulas para obtener los precios unitarios en la tarifa BT1 empleada en este estudio.

a) Tarifa BT1a

Cargo	Unidad	Fórmula
Fijo	\$/cliente	CFES
Cargo único por uso del sistema troncal	\$/kWh	CU
Energía Base	\$/kWh	$PEBT \times PEAT \times Pe \times \frac{PPBT \times PPAT \times Pp}{NHUNB} + \frac{CDBT}{NHUDB}$
Energía adicional de invierno	\$/kWh	$PEBT \times PEAT \times Pe \times FI \times \frac{PPBT \times PPAT \times Pp}{NHUNI} + FI \times \frac{CDBT}{NHUDI}$

Definición de términos

Precios de Nudo

Pe: Precio de nudo de energía en nivel de distribución. Se expresa en \$/ kWh.

Pp: Precio de nudo de potencia en nivel de distribución. Se expresa en \$/ kW/mes.

Estos precios aplicables a clientes sometidos a regulación de precios en zonas de concesión de empresas distribuidoras, corresponderán a los precios que para estos efectos, y según corresponda, se establezca en el decreto de precios de nudo promedio que se fije, conforme a los sectores de nudo definido en él.

Cargo único por uso del sistema troncal

CU: Cargo único por concepto del uso del sistema troncal. Se expresa en \$/kWh. Este cargo se determinará conforme se establezca en la normativa reglamentaria correspondiente.

Costos de distribución

CDBT: Costo de distribución en baja tensión. Se expresa en \$/kW/mes.

Cargos fijos

CFES: Cargo fijo sectorizado para cliente con medidor de energía. Se expresa en \$/cliente/mes.

Horas de uso y factores de coincidencia

NHUNB: Número de horas de uso para el cálculo de la potencia base coincidente con la punta del sistema.

NUHDB: Número de horas de uso para el cálculo de la potencia base coincidente con la punta del sistema de distribución.

NHUNI: Número de horas de uso para el cálculo de la potencia adicional de invierno coincidente con la punta del sistema.

NHUDI: Número de horas de uso para el cálculo de la potencia adicional de invierno coincidente con la punta del sistema de distribución.

Factores de expansión de pérdidas

PPAT: Factor de expansión de pérdidas de potencia en alta tensión, en horas de punta del sistema eléctrico.

PEAT: Factor de expansión de pérdidas de energía en alta tensión.

PPBT: Factor de expansión de pérdidas de potencia en baja tensión, en horas de punta del sistema eléctrico.

PEBT: Factor de expansión de pérdidas de energía en baja tensión.

Factor de invierno

FI: Factor de invierno, dependiendo del sistema eléctrico en el cual se encuentre el cliente y corresponde al siguiente cálculo:

$$FI = \frac{12}{\text{Meses hp-se}}$$

En que:

Meses hp-se: Cantidad anual de meses en que se ha definido horas de punta para el sistema eléctrico, establecidos de acuerdo a los decretos de precio de nudo que se fijan semestralmente.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Conceptos Generales y Eléctricos

- **Energía Eléctrica:** Forma resultante de la existencia de diferencia de potencia entre dos puntos, lo que permite establecer una corriente eléctrica entre ambos cuando se ponen en contacto por medio de un conductor eléctrico.
- **Electrificación:** Suministro de electricidad a una actividad, maquinaria, poblado, etc.
- **Energía final (energía suministrada):** Energía suministrada al consumidor para ser convertida en energía útil.
- **Energía útil o neta:** Energía de que dispone el consumidor después de la última conversión realizada por sus propios aparatos, es decir, descontando todas las pérdidas.
- **Coefficiente de simultaneidad (factor de coincidencia):** Cuociente entre la punta de demanda global simultánea y la suma de las puntas de las demandas individuales.
- **Factor de carga:** Relación entre el consumo en un período de tiempo especificado (año, mes, día, etc.) y el consumo que resultaría de la utilización continua de la demanda máxima, u otra especificada, que se haya producido en el mismo período.
- **Potencia:** Energía suministrada por unidad de tiempo.
- **Potencia de demanda en punta:** Cuando la potencia contratada o leída está siendo usada durante las horas de punta del sistema eléctrico.
- **Requerimientos de energía:** Mínimo flujo de energía que se debe suministrar para una actividad. Los requerimientos se presentan en forma de energía útil.
- **Tarifa de compra de energía:** corresponde a la tarifa a la cual la empresa distribuidora compra la energía eléctrica desde la subestación que alimenta a la comuna o comunas
- **Tarifa de venta de energía:** es la tarifa regulada en la zona o área a la cual la empresa eléctrica concesionaria vende la energía a sus clientes conectados. Para la evaluación del proyecto de normalización se utilizará la tarifa vigente en el área o zona donde se encuentran ubicadas las viviendas.

- **Precios de nudo promedio:** Precios a los que las empresas concesionarias de servicio público de distribución deben traspasar a sus clientes regulados.
- **Electricidad Alta tensión:** Tensión cuyo valor entre fases es superior a 400 V.
- **Electricidad Baja tensión:** Tensión cuyo valor entre fases es igual o inferior a 400 V.
- **Red de distribución:** Conjunto de conducciones, canalizaciones, estaciones de servicio y otras instalaciones comunicadas entre sí (interconectadas). La denominación de una red depende de su función, manera de explotarla, tensión, presión, calidad y estatuto jurídico.