

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
SISTEMA DE ESTUDIOS DE POSGRADO

VIABILIDAD FINANCIERA PARA LA VENTA DE BOMBILLOS LED A CLIENTES  
DEL SECTOR RESIDENCIAL EN EL ÁREA DE CONCESIÓN DE LA COMPAÑÍA  
NACIONAL DE FUERZA Y LUZ, S.A

Trabajo final de graduación sometido a la consideración de la Comisión del Programa de Estudios de Posgrado en Administración y Dirección de Empresas para optar al grado y título de Maestría Profesional en Administración y Dirección de Empresas con énfasis en Finanzas

ANDRÉS PORRAS CONTRERAS

Ciudad Universitaria Rodrigo Facio, Costa Rica

2016

## **DEDICATORIA**

A Dios, porque gracias a él es que pude concluir todos mis estudios universitarios, sin su voluntad, este trabajo, hoy, no sería una realidad.

A mi madre Sandra, ya que a ella le debo todo lo que soy, por su entrega, apoyo, comprensión, cariño y por todo lo demás que me ha permitido ser la persona que ahora soy.

A mi abuela Margarita, que siempre ha estado conmigo durante estos largos años, brindándome todo lo necesario para que pudiera alcanzar este logro.

A mi hermano Marco Antonio y mi sobrino Moisés quienes me inspiran día a día a esforzarme por ser mejor persona y un ejemplo para ellos.

A mis compañeros, amigos, profesores, tutores por todos los buenos momentos compartidos durante estos dos años.

## **AGRADECIMIENTOS**

Mi más sincero agradecimiento a mis compañeros y amigos Cynthia, Mariela, Lucía, Sophia, Diana, Percival y Federico, quienes me acompañaron durante toda esta travesía.

Mi agradecimiento a compañeros de CNFL, que mediante su ayuda, me permitieron poder finalizar mi proyecto de graduación.

A mis profesores Manuel Rovira y Gregory Pizarro, por orientarme en la realización del proyecto.

Este Trabajo Final de Graduación fue aceptado por la Comisión del Programa de Posgrado en Administración y Dirección de Empresas de la Universidad de Costa Rica, como requisito parcial para optar al grado de Maestría Profesional en Finanzas.

---

MBA, Manuel Enrique Rovira Ugalde.

Profesor Guía

---

MBA, Gregory Pizarro.

Lector Posgrado

---

MSc. Fabián Morera Sibaja

Lector Compañía Nacional de Fuerza y Luz, S.A.

---

Dr. Aníbal Barquero Chacón

Director de Programa de Posgrado en Administración y Dirección de Empresas

---

Andrés Porras Contreras

Sustentante

## TABLA DE CONTENIDOS

DEDICATORIA .....	ii
AGRADECIMIENTOS .....	iii
LISTA DE CUADROS.....	x
LISTA DE FIGURAS.....	xii
LISTA DE GRÁFICOS .....	xiii
LISTA DE SIGLAS Y ABREVIATURAS .....	xv
RESUMEN .....	xvi
1. CAPÍTULO I: DESCRIPCIÓN DE LA INDUSTRIA DE SISTEMAS DE ILUMINACIÓN, FUNDAMENTOS TEÓRICOS PARA EL ANÁLISIS DE VIABILIDAD FINANCIERA.....	1
1.1. Industria de los sistemas de iluminación.....	1
1.1.1. Concepto de sistemas de iluminación .....	1
1.1.2. Evolución de los sistemas de iluminación .....	2
1.1.3. Tipos de sistemas de iluminación .....	2
1.1.3.1. Las lámparas incandescentes.....	2
1.1.3.2. Lámparas de descarga .....	3
1.1.3.3. Lámparas de vapor de sodio.....	5
1.1.3.4. Lámparas LED .....	5
1.1.4. Usos y aplicaciones de la tecnología LED.....	7
1.1.5. Principales fabricantes de diodos LED.....	8
1.2. Fundamentos teóricos de la evaluación de proyectos .....	10
1.2.1. Importancia de los proyectos de inversión estratégica .....	10
1.2.2. Preparación y evaluación de proyectos.....	11
1.2.3. Tipología de proyectos.....	11
1.2.4. Etapas de un proyecto .....	13
1.2.5. Proceso de estudio del proyecto.....	14
1.2.6. Estimación de costos e inversiones.....	15
1.2.6.1. Inversiones .....	15
1.2.6.2. Costos.....	16
1.2.6.3. Beneficios del proyecto.....	17
1.2.6.4. Valor de desecho contable .....	18

1.2.6.5.	Valor de desecho comercial .....	18
1.2.6.6.	Valor de desecho económico .....	18
1.2.6.7.	Flujo de caja del proyecto .....	19
1.2.6.8.	Estructura del flujo de caja.....	20
1.2.6.9.	Tasa de descuento .....	22
1.2.6.10.	Costo de capital .....	23
1.2.6.11.	Costo de deuda .....	23
1.2.7.	Evaluación de proyectos .....	24
1.2.7.1.	Valor actual neto .....	24
1.2.7.2.	Tasa interna de retorno.....	25
1.2.7.3.	Costo beneficio.....	26
1.2.7.4.	Costo beneficio anualizado .....	27
1.2.7.5.	Índice de rentabilidad.....	27
1.2.7.6.	Valor actual neto anualizado.....	28
1.2.7.7.	Período de recuperación descontado.....	29
1.2.8.	Análisis de riesgo.....	30
1.2.8.1.	Análisis de dependencia e independencia de los flujos de caja .....	31
1.2.8.2.	Análisis del árbol de decisiones .....	31
1.2.8.3.	Estimación del riesgo de inversión .....	32
1.2.8.4.	Tasa de descuento ajustada por el riesgo .....	32
1.2.8.5.	Modelo de análisis de riesgo integral.....	33
2.	CAPÍTULO II: DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA CNFL, S.A. ...	35
2.1.	Descripción de la empresa .....	35
2.1.1.	Historia y generalidades de la CNFL, S.A .....	36
2.1.2.	Cultura Organizacional.....	38
2.1.2.1.	Estructura organizacional .....	39
2.1.2.2.	Visión.....	40
2.1.2.3.	Misión .....	40
2.1.2.4.	Valores empresariales .....	41
2.2.	Descripción del servicio.....	43
2.3.	Proveedores.....	43
2.4.	Clientes.....	46

2.5.	Competencia.....	46
2.6.	Aspectos tarifarios.....	48
2.7.	Aspectos normativos relacionados con la inversión y el abastecimiento .....	51
2.8.	Situación financiera actual .....	52
2.8.1.	Diagramas de estructura financiera .....	52
2.8.2.	Potencial de absorción de riesgo (PART) .....	54
2.8.3.	Situación financiera .....	55
3.	CAPÍTULO III: ESTUDIO DE MERCADO.....	57
3.1.	Cliente o beneficiario .....	57
3.2.	Mercado actual y proyectado .....	57
3.2.1.	Justificación y objetivos de la investigación .....	62
3.2.2.	Establecimiento de Parámetros Estadísticos .....	62
3.2.3.	Resultados de la investigación.....	63
3.2.4.	Conclusiones de la investigación.....	75
3.3.	La competencia .....	76
3.4.	La oferta actual y proyectada del producto .....	79
3.5.	Canales de comercialización del producto .....	81
3.6.	Proveedores y disponibilidad de los insumos .....	82
3.7.	Precio de los insumos actuales y proyectados.....	82
3.8.	Determinación de los ingresos del proyecto .....	83
4.	CAPÍTULO IV: ESTUDIO TÉCNICO.....	84
4.1.	Concepto del producto .....	84
4.1.1.	Bombillas LED .....	84
4.1.2.	Características a considerar sobre las fuentes de luz.....	86
4.1.2.1.	Unidades Lumínicas .....	86
4.1.2.2.	Eficacia Lumínica .....	87
4.1.2.2.1.	Visión fotópica.....	88
4.1.2.2.2.	Visión escotópica.....	88
4.1.2.3.	Eficacia luminosa de la fuente de luz .....	89
4.1.2.4.	Duración o tiempo de vida.....	91
4.1.2.5.	Depreciación del flujo luminoso.....	92
4.1.2.6.	Posición de funcionamiento.....	93

4.1.2.7.	Temperatura de color e índice de reconocimiento de colores .....	93
4.2.	Localización .....	96
4.3.	Aspectos geográficos y socioeconómicos .....	96
4.4.	Especificaciones técnicas del producto .....	97
5.	CAPÍTULO V: ESTUDIO AMBIENTAL - EVALUACIÓN DEL CICLO DE VIDA .	100
5.1.	Impacto ambiental de fuentes de luz durante su producción, tiempo de vida y desecho .....	100
5.1.1.	Unidad Funcional .....	101
5.1.2.	Fases del ciclo de vida de las fuentes de luz .....	104
5.1.2.1.	Fase de manufactura .....	106
5.1.2.1.1.	Bombillo incandescente .....	107
5.1.2.1.2.	Lámpara fluorescente compacta .....	108
5.1.2.1.3.	Estado sólido LED .....	108
5.1.2.2.	Fase de uso .....	109
5.1.2.3.	Residuos .....	110
5.1.3.	Comparación ente los tipos de fuentes de luz .....	111
5.1.4.	Potencial de toxicidad en humanos .....	112
6.	CAPÍTULO VI: ESTUDIO FINANCIERO .....	114
6.1.	Propuesta financiera del proyecto .....	114
6.1.1.	Supuestos y premisas claves del proyecto .....	114
6.1.2.	Presupuesto de inversión .....	116
6.1.3.	Estimación de ingresos .....	117
6.1.4.	Estimación de gastos de operación o funcionamiento .....	119
6.1.5.	Financiamiento .....	120
6.2.	Flujo neto de efectivo .....	122
6.2.1.	Flujo de efectivo del proyecto con financiamiento .....	122
6.2.1.1.	Análisis financiero con indicadores nominales .....	123
6.2.1.2.	Análisis financiero con indicadores reales .....	124
6.2.2.	Flujo de efectivo del proyecto sin financiamiento .....	125
6.2.2.1.	Análisis financiero con indicadores nominales .....	126
6.2.2.2.	Análisis financiero con indicadores reales .....	127
6.3.	Sensibilización .....	127



6.4.	Escenarios .....	129
6.4.1.	Escenario optimista .....	129
6.4.2.	Escenario Pesimista .....	130
6.5.	Análisis Financiero.....	131
6.5.1.	Comparación de la evaluación de los proyectos.....	132
7.	CAPÍTULO VII: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	134
7.1.	Conclusiones .....	134
7.2.	Recomendaciones .....	135
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	137
	ANEXOS .....	141
	Anexo 1 .....	142

## LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Ejes código de ética y conducta .....	41
Cuadro 2. Composición de la energía .....	45
Cuadro 3. Sectores de consumo .....	46
Cuadro 4. Sistemas de tecnología LED disponibles en puntos de venta, según fabricantes y potencia.....	77
Cuadro 5. Precios de los sistemas de tecnología LED disponibles, según comercio, fabricante, potencia y demás características.....	78
Cuadro 6. Porcentaje de cobertura eléctrica por empresa en viviendas independientes ocupadas estimadas a julio 2015.....	79
Cuadro 7. Características sobre iluminación en porcentajes .....	80
Cuadro 8. Características sobre iluminación por grupo socioeconómico y estrato en porcentajes .....	81
Cuadro 9. Canales de comercialización.....	82
Cuadro 10. Fabricantes de bombillos tecnología LED .....	82
Cuadro 11. Estimación de ingresos brutos del proyecto.....	83
Cuadro 12. Relación entre unidades de energía y unidades lumínicas .....	86
Cuadro 13. Tiempo de vida estimado de las fuentes de luz.....	92
Cuadro 14. Principales características de los hogares y de las personas por quintil de ingreso per cápita del hogar según región de planificación (excluye servicio doméstico y pensionistas que viven en los hogares) Julio 2015. ....	96
Cuadro 15. Especificaciones técnicas Bombillo LED 9 Watt .....	98
Cuadro 16. Rendimiento convencional de las fuentes de Luz .....	103
Cuadro 17. Componentes generales y materiales comúnmente usados en las fuentes de luz .....	107
Cuadro 18. Componentes y masa de una lámpara incandescente.....	108
Cuadro 19. Componentes y masa de una LFC.....	108
Cuadro 20. Componentes y masa de una LED .....	109
Cuadro 21. Energía empleada en fase de uso .....	110
Cuadro 22. Comparación de las fuentes de luz y su impacto ambiental .....	113
Cuadro 23. Supuestos clave .....	114
Cuadro 24. Premisas económicas .....	115
Cuadro 25. Presupuesto de inversión.....	116
Cuadro 26. Criterios de evaluación de las ofertas .....	116

Cuadro 27. Consumos de energía eléctrica por tipo tecnología equiparada a 25.000 h .....	117
Cuadro 28. Margen neto venta energía .....	118
Cuadro 29. Ingresos no facturados por ahorro en consumo de energía .....	118
Cuadro 30. Ingresos netos.....	119
Cuadro 31. Estimación de gastos .....	119
Cuadro 32. Tasas de interés SWAP .....	120
Cuadro 33. Escenario financiamiento .....	121
Cuadro 34. Gastos financieros y amortización de deuda.....	122
Cuadro 35. Supuestos para elaboración de flujos .....	122
Cuadro 36. Flujo neto de efectivo con financiamiento .....	122
Cuadro 37. Indicadores financieros nominales del proyecto .....	124
Cuadro 38. Indicadores financieros reales del proyecto .....	124
Cuadro 39. Flujo de efectivo neto sin financiamiento .....	125
Cuadro 40. Indicadores financieros nominales del proyecto .....	126
Cuadro 41. Indicadores financieros reales del proyecto .....	127
Cuadro 42. Análisis multidimensional de variables .....	129
Cuadro 43. Indicadores financieros escenario optimista .....	130
Cuadro 44. Indicadores financieros escenario pesimista .....	130
Cuadro 45. Resumen indicadores de evaluación financiera .....	132

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Lámpara de descarga .....	4
Figura 2. Tipos de bombillos LED .....	6
Figura 3. Clasificación de los proyectos .....	12
Figura 4. Ejemplo de la estructura general de un flujo de caja.....	21
Figura 5. Área Servida CNFL.....	36
Figura 6. Organigrama CNFL.....	39
Figura 7. Diagrama de estructura financiera.....	52
Figura 8. Potencial de absorción de riesgo 2013 - 2014.....	54
Figura 9. Componentes de una bombilla LED .....	85
Figura 10. Representación aproximada de la temperatura según ciertos colores .....	94
Figura 11. Bombillo LED de 9Watt.....	98
Figura 12. Número de lámparas necesarias para abastecer con 20 millones lúmenes-hora	104
Figura 13. Fases del ciclo de vida de las fuentes de luz .....	106

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Costa Rica: evolución del consumo eléctrico residencial per cápita y tasas de crecimiento anual para varios periodos, 1983-2014. ....	58
Gráfico 2. Consumo eléctrico residencial per cápita del 2013 en Costa Rica, otros países y regiones. ....	59
Gráfico 3. Costa Rica: consumo per cápita de electricidad del sector residencial, histórico 1983-2014 y proyectado por el ICE 2015-2030, bajo un escenario igual al comportamiento de los últimos 30 años. ....	59
Gráfico 4. Medios más adecuados para informar sobre el tema de ahorro de energía .....	63
Gráfico 5. Implementación de medidas de ahorro en el hogar .....	64
Gráfico 6. Medidas de ahorro aplicadas en el hogar. ....	64
Gráfico 7. Criterios para la compra de bombillos. ....	65
Gráfico 8. Tipo de tecnología utilizado en el hogar .....	66
Gráfico 9. Recibimiento de información sobre bombillos LED .....	66
Gráfico 10. Medio por el cual se enteró de los bombillos LED .....	67
Gráfico 11. Beneficios de los bombillos LED conocidos. ....	67
Gráfico 12. Utilización de los bombillos LED .....	68
Gráfico 13. Razones por la no utilización de los bombillos LED .....	68
Gráfico 14. Nivel de satisfacción por el uso de los bombillos LED. ....	69
Gráfico 15. Escala en que recomendaría la utilización de bombillos LED a personas conocidas. ....	69
Gráfico 16. Conocimiento sobre cantidad de bombillos en el hogar. ....	70
Gráfico 17. Cantidad de bombillos en el hogar .....	70
Gráfico 18. Rangos de cantidad de bombillos en el hogar .....	71
Gráfico 19. Anuencia a comprarle a CNFL bombillos LED .....	72
Gráfico 20. Rango de dinero que estaría dispuesto a pagar por un bombillo LED .....	72
Gráfico 21. Tonalidad preferida de luz .....	72
Gráfico 22. Lugar donde compra los bombillos .....	73
Gráfico 23. Rango de edad .....	73
Gráfico 24. Personas que actualmente trabajan .....	74
Gráfico 25. Género .....	74
Gráfico 26. Rango de ingreso total mensual. ....	75
Gráfico 27. Eficacia luminosa .....	90

Gráfico 28. Eficacia histórica y predicción, de las fuentes de luz .....	91
Gráfico 29. Depreciación del flujo luminoso.....	92
Gráfico 30. Porcentaje de residuos obtenidos en el reciclaje de luminarias .....	111
Gráfico 31. Flujos de efectivo neto.....	132

## LISTA DE SIGLAS Y ABREVIATURAS

ARESEP	Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos
CAPM	Modelo de Valoración de Activos de Capital
CB	Costo Beneficio
CCPP	Costo de capital promedio ponderado
CNFL	Compañía Nacional de Fuerza y Luz, S.A.
CVC	Costo Variable por Combustible
GWh	Giga watt hora
ICE	Instituto Costarricense de Electricidad
ID	Índice de deseabilidad
kW	Kilovatio
kWh	Kilovatio hora
LED	Light-Emitting Diod
lm	Lumen
lx	Lux
PR	Período de recuperación
PRD	Período de recuperación descontado
SEN	Sistema Eléctrico Nacional
TIR	Tasa interna de retorno
VAN	Valor actual neto
VANA	Valor actual neto anualizado
VF	Valor futuro
W	Watt

## **RESUMEN**

El objetivo general del presente trabajo es determinar, mediante el análisis de los flujos de efectivos netos proyectados, la viabilidad financiera de la venta de bombillos de tecnología LED de 9 W a clientes del sector residencial de la CNFL y determinar si este proyecto contribuirá a la empresa con una rentabilidad admisible para la compañía.

La organización investigada es una empresa del sector servicios, que se dedica a la generación, distribución y comercialización de energía eléctrica en la Gran Área Metropolitana, que es su zona servida. El área servida de la CNFL, que abarca 920,9 km<sup>2</sup> en toda su área de concesión, constituye aproximadamente 1.8 % del territorio nacional, y presenta con una cobertura eléctrica del 99 %.

Mediante la evaluación y el análisis de riesgo de los flujos de caja del proyecto, se logró verificar la viabilidad financiera del mismo, dado que éste cumple con las expectativas de la empresa. Además, se plantean ciertas recomendaciones en caso de que la empresa decida realizar el proyecto.



# **1. CAPÍTULO I: DESCRIPCIÓN DE LA INDUSTRIA DE SISTEMAS DE ILUMINACIÓN, FUNDAMENTOS TEÓRICOS PARA EL ANÁLISIS DE VIABILIDAD FINANCIERA**

## **1.1. Industria de los sistemas de iluminación**

### **1.1.1. Concepto de sistemas de iluminación**

Es un conjunto formado por un grupo de luminarias y la instalación eléctrica, cuyo objetivo es iluminar, de modo artificial, lugares en los cuales existe ausencia o escasez de luz natural.

Los sistemas de iluminación deficientes presentan buenas oportunidades de implementar soluciones de eficiencia energética; debido a que estas son aplicadas localmente y, por lo general, no es necesario intervenir mayormente las instalaciones eléctricas.

### **Las lámparas**

Una lámpara o bombilla es un convertidor de energía, cuya función principal es transformar la energía eléctrica en luz. Actualmente en el mercado se ofrece una gran variedad de lámparas, con diferentes características y funcionamientos.

Existen diferentes parámetros para definir las características de una lámpara.

- a) Lumen (lm): Unidad que mide la cantidad de luz emitida.
- b) Rendimiento de color (IRC): Los colores que se perciben dependen de las características cromáticas de la fuente de luz. Así, el IRC señala la capacidad de una fuente de luz artificial en reproducir los colores, siendo la referencia (100 %) el Sol.
- c) Vida útil: Es el tiempo estimado en horas después del cual es preferible sustituir las lámparas de una instalación para evitar una disminución excesiva de los niveles de iluminación.
- d) Eficiencia o rendimiento luminoso: Cantidad de luz emitida (lm) por unidad de potencia eléctrica consumida (Watts).

### **1.1.2. Evolución de los sistemas de iluminación**

Aunque el progreso tecnológico ha permitido producir diferentes tipos de lámparas, los principales factores que han influido en su desarrollo han sido fuerzas externas al mercado.

No obstante, sin duda alguna, fue la generación y distribución de electricidad a gran escala la que determinó el crecimiento del mercado. Después de la segunda Guerra Mundial la lámpara fluorescente se convirtió en la fuente de luz dominante y años más tarde, en la década de los 70, se perfeccionó su diseño para reducir el consumo eléctrico sin perder la calidad de luz que producían.

En las últimas décadas, las viejas bombillas incandescentes han sido sustituidas por lámparas fluorescentes compactas, pero esto no implicaba más que cambiar una bombilla por otra a un precio muy similar.

La tecnología LED (Light-Emitting Diod) abre nuevas perspectivas y usos: su pequeño tamaño permite la integración en muchos productos cotidianos y su flexibilidad de colores permite crear, modificar y jugar con los ambientes y se ha convertido en una herramienta más para arquitectos, interioristas y decoradores.

Asimismo, su evolución técnica creciente permite niveles lumínicos cada vez más potentes y, en la actualidad, se utilizan para iluminar grandes espacios (almacenes, estadios, zonas de aparcamientos, entre otros) con ahorros energéticos considerables.

Este movimiento podría permitir la desmonopolización de las grandes marcas mundiales de bombillas tradicionales y obligar a mayores exigencias cualitativas y tecnológicas, convirtiéndolo en un mercado altamente competitivo.

### **1.1.3. Tipos de sistemas de iluminación**

#### **1.1.3.1. Las lámparas incandescentes**

Las lámparas incandescentes están formadas por un hilo de tungsteno (Wolframio) que se calienta por efecto Joule consiguiendo temperaturas tan elevadas que empiezan a emitir luz visible.

Tipos de lámparas incandescentes

- Lámparas no halógenas: Dentro este grupo se encuentran las lámparas a las que se ha realizado el vacío en la botella o las que contienen un gas. Estas lámparas tienen las siguientes características:
  - Una duración normalizada de 1.000 horas.
  - Un rendimiento realmente bajo: entre 12 y 18 lm/W (únicamente convierten en luz aproximadamente un 15 % de la electricidad consumida).
  - Un IRC cercano al 100 %.
- Lámparas halógenas: Contienen una pequeña cantidad de gas ( $\text{CH}_2\text{Br}_2$ ), que crea un ciclo de regeneración del halógeno que evita el ennegrecimiento.
  - El funcionamiento de estas lámparas necesita temperaturas muy elevadas para que se pueda producir el ciclo del halógeno.
  - Tienen una duración de 1.500 horas, un rendimiento aproximado de 20 lm/W y un IRC también muy cercano al 100 %.

### **1.1.3.2. Lámparas de descarga**

Las lámparas de descarga son una forma alternativa de producir luz de un modo más eficiente y económico que las lámparas incandescentes.

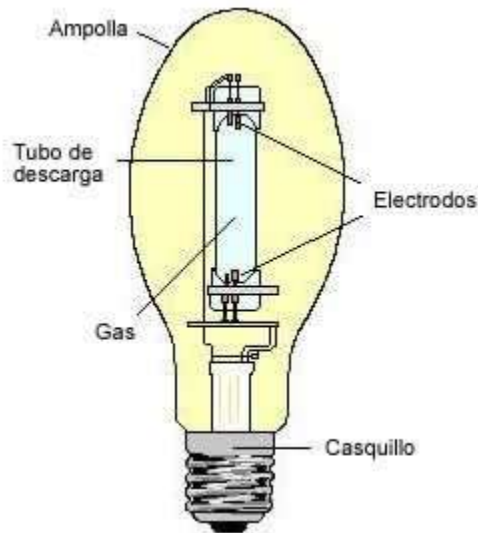
En este caso, la luz se consigue al establecer una corriente eléctrica entre dos electrodos situados en un tubo lleno de gas, y al existir entre los electrodos una diferencia de potencial se provoca las descargas eléctricas necesarias para conseguir luz.

#### **Tipos de lámparas de descarga**

Las lámparas de descarga se pueden clasificar según el gas utilizando o la presión del gas.

- Lámparas de vapor de mercurio a baja presión:
  - i. Lámparas fluorescentes. No tiene botella exterior y están formadas por un tubo cilíndrico cerrado en cada uno de sus extremos donde se sitúan los electrodos. El tubo de descarga está lleno de vapor de mercurio a baja presión y una pequeña cantidad de gas que sirve para facilitar el encendido y controlar la descarga de los electrodos. La duración de estas lámparas se sitúa entre 5.000 y 10.000 horas. El rendimiento en color de estas lámparas es aproximadamente del 70 %.

ii. Lámparas fluorescentes compactas. Llevan incorporados los elementos auxiliares para facilitar el encendido y para limitar la corriente. Son lámparas pequeñas, pensadas para sustituir las lámparas incandescentes con un ahorro energético que puede llegar al 70 % y con muy buenas prestaciones (entre los 70 lm/W y un IRC que puede llegar al 90 %).



**Figura 1. Lámpara de**

**descarga**

**Fuente:** [http://www.endesaeduca.com/Endesa\\_educa/recursos-interactivos/el-uso-de-la-electricidad/xxii.-sistemas-de-iluminacion](http://www.endesaeduca.com/Endesa_educa/recursos-interactivos/el-uso-de-la-electricidad/xxii.-sistemas-de-iluminacion). Recuperado 24 noviembre 2015.

- Lámparas de vapor de mercurio a alta presión:
  - i. Lámparas de vapor de mercurio de alta presión. Cuando se aumenta la presión de mercurio en el interior del tubo de descarga, la radiación ultravioleta característica de las lámparas de baja presión pierde importancia respecto las emisiones en la zona visible. Con estas condiciones la luz emitida es de color azul-verde. Para solucionar este problema se acostumbra añadir sustancias fluorescentes para

mejorar las características cromáticas de la lámpara. La vida útil de este tipo de lámparas es de unas 8.000 horas.

- ii. Lámparas de luz de mezcla. Son una mezcla de una lámpara de mercurio a alta presión con una lámpara incandescente y, habitualmente, tienen un recubrimiento fosforescente. El resultado de esta mezcla es que ofrece una buena reproducción del color. Su duración viene limitada por el tiempo de vida del filamento que es la causa principal de fallos. En general, su vida media se sitúa alrededor de las 6.000 horas.
- iii. Lámparas con halogenuros metálicos. Si a los tubos de descarga se añade yoduros metálicos, se consigue una mejor capacidad de reproducir los colores de las lámparas de vapor de mercurio. La vida media de estas lámparas está cerca de las 10.000 horas. Necesitan 10 minutos para encenderse, que es el tiempo necesario para que estabilice la descarga.

#### **1.1.3.3. Lámparas de vapor de sodio**

- i. Lámparas de vapor de sodio a baja presión. La descarga eléctrica en un tubo con vapor de sodio a baja presión produce una radiación monocromática característica. El tubo de descarga tiene forma de U para reducir las pérdidas de calor y el tamaño de la lámpara. La vida media de estas lámparas es muy larga, sobre 15.000 horas, y su vida útil es de entre 6.000 y 8.000 horas.
- ii. Lámparas de vapor de sodio a alta presión. Proporcionan una luz blanca dorada, mucho más agradable que la que proporcionan las lámparas de baja presión, y tienen mejor capacidad para reproducir los colores. La vida media de estas lámparas es de 20.000 horas y su vida útil está entre 8.000 y 12.000 horas. Las condiciones de funcionamiento son muy exigentes, ya que necesitan otras temperaturas.

#### **1.1.3.4. Lámparas LED**

Un LED es un diodo semiconductor capaz de emitir luz. Desde hace muchos años se ha venido usando en diversos dispositivos, sobre todo en botones para indicar estados como,

por ejemplo, en los botones de grabación de un DVD o para según el color indicar si el aparato está encendido (verde) o apagado (rojo).

El primer LED se desarrolló en 1927 por Oleg Vladimírovich Lósev pero no fue hasta los sesenta cuando comenzó a usarse en la industria. Desde entonces, los avances se han sucedido y desde los primeros LED que sólo se podían construir en color rojo, verde o amarillo y con una intensidad de luz baja se ha trascendido a nuevos que pueden ofrecer una luz blanca y suficiente para iluminar una habitación.

El funcionamiento de un LED consiste en que un electrón al pasar de la banda de conducción a la de valencia, pierde energía la cual se manifiesta en forma de fotón (partícula elemental responsable de las manifestaciones cuánticas) desprendido, con una amplitud, dirección y fase aleatoria.

La tecnología de iluminación LED ha avanzado mucho. En la actualidad, se puede acondicionar e incorporar LED a un 90 % de todos los dispositivos de iluminación actual: iluminación para casas, oficinas, luces de tráfico, faros de automóvil, flash de teléfonos móviles, entre otros tantos.

Entre las principales ventajas de la iluminación LED están:

1. Mayor eficacia energética. Los LED consumen entre el 80-90 % menos de electricidad. Esto supone un importante ahorro en la factura eléctrica.
2. Mayor vida útil. La vida media de una lámpara LED se sitúa en torno a las 45.000 horas frente a las 2.000 horas que una bombilla estándar ofrece
3. Son más ecológicas. Las bombillas normales contienen tungsteno y los fluorescentes mercurio, productos tóxicos. Los LED son reciclables.
4. No son una fuente de calor. Al contrario de las bombillas tradicionales, no desprenden calor lo que evita el desperdicio de energía y permite su uso en lugares pequeños y delicados donde ese calor producido puede ser perjudicial.
5. Bajo mantenimiento. La larga vida de los productos LED evitan tener que estar realizando un mantenimiento frecuente.

## **Figura 2. Tipos de bombillos LED**



**Fuente:** <http://www.xatakahome.com/iluminacion-y-energia/tipos-de-bombillas-led-especial-iluminacion-led>.

#### **1.1.4. Usos y aplicaciones de la tecnología LED**

Actualmente lo que se busca es el ahorro y la eficiencia de un producto, es por estas razones que los LED están descartando productos que hasta el momento se han considerado muy buenos, pues los avances tecnológicos permiten que productos con un exceso en el gasto de energía se descarten gracias al uso de la tecnología LED.

Los LED son muy empleados en todo tipo de indicadores de estado (encendido/apagado) en dispositivos de señalización (de tráfico, de emergencia, etc.) y en paneles informativos (el mayor del mundo es el del NASDAQ, el cual tiene 36,6 metros de altura y está en Times Square de Manhattan).

La utilidad de la tecnología LED es muy variada. El uso de lámparas LED en el ámbito de la iluminación (incluyendo la señalización de tráfico) es previsible que se incremente en el futuro, ya que aunque sus prestaciones son intermedias entre la lámpara incandescente y la fluorescente, presenta indudables ventajas, particularmente su larga vida útil, su menor fragilidad y la menor disipación de energía, además de que, para el mismo rendimiento luminoso, producen la luz de color, mientras que los hasta ahora utilizados, tienen un filtro, lo que reduce notablemente su rendimiento. Los LED blancos son el desarrollo más reciente. Un intento muy bien fundamentado para sustituir las bombillas actuales por dispositivos mucho más eficientes desde un punto de vista energético. También se utilizan en la emisión de señales de luz que se transmiten a través de fibra óptica.

Es utilizado en las herramientas tecnológicas como en las pantallas de los teléfonos celulares, calculadoras, agendas digitales, equipos de computadoras (mouse, teclado, impresoras, monitores, dispositivo de encendido/apagado), linternas, relojes, juguetes con

destellos de luz, fuente de luz para microscopios y aparatos de medicina en todas sus especialidades; además en los medios de transportes como ser las luces de frenos parte trasera y delantera de las bicicletas, motos, vehículos, buses, camiones, aviones y otros como ser las luces diurnas y luces cortas para coches.

### **1.1.5. Principales fabricantes de diodos LED**

Entre los principales fabricantes de diodos LED a nivel mundial, se encuentran: Bridgelux, Cree, Osram, Philips, Nichia, Seoul, Toyoda, Agilent, Epistar. Se mostrará una breve descripción de cada fabricante:

#### **i. Bridgelux**

Es una empresa con sede en EE.UU, considerada de los principales fabricantes de diodos LED, su alto grado de calidad se destaca por el cumplimiento de los test LM80, y la alta fiabilidad de sus diodos con casi ausencia de pérdida de intensidad lumínica siempre que las carcassas estén correctamente dimensionadas.

#### **ii. CREE**

Es un innovador líder en el mercado y fabricante de semiconductores, la compañía apuesta por mejorar la tecnología de este componente de estado sólido, la energía y productos de comunicaciones. La principal ventaja de CREE es el nitruro de galio (GaN) material de carburo de silicio en la experiencia única (SiC), el juego completo para la fabricación de chips y dispositivos. Estos conjuntos de chips y dispositivos ofrecen en un espacio pequeño, más potencia, a diferencia de otras tecnologías existentes.

#### **iii. OSRAM**

Es una empresa con sede en Múnich, Alemania, es uno de los principales fabricantes de diodos LED en el mundo, su investigación, desarrollo y la base de fabricación se encuentra en Malasia, es una subsidiaria de propiedad total de Siemens. OSRAM desarrolla constantemente nuevas áreas de fuentes de luces artificiales, que son utilizadas en lugares públicos, oficinas, fábricas, hogares y automóviles.



Su línea de productos incluye: fluorescentes compactas, lámparas de descarga de alta intensidad, lámparas halógenas, luces del coche, luces de la motocicleta, balastos electrónicos y diodos emisores de luz.

#### **iv. PHILIPS**

Philips Lighting ofrece soluciones de eficiencia energética avanzadas para todas las áreas, incluyendo: carreteras, oficinas, industrial y recreativa. Philips Lighting apuesta por una tecnología para construir el futuro con iluminación emocionante, Philips también es líder en tecnología LED. Los principales productos incluyen las luces del coche de xenón, alumbrado público, iluminación de ambiente.

#### **v. Nichia**

Corresponde a una compañía japonesa, fundada en 1956, desarrolló el mundo primer LED azul (1993), primer LED verde puro (1995). Además, Nichia Chemical Company está desarrollando diodos violeta de láser azul, semiconductor de nitruro puede convertirse en una parte importante en la industria de los semiconductores.

#### **vi. Seoul Semiconductor**

Esta empresa ha tenido un rápido crecimiento en los últimos años, ha entrado en los principales fabricantes de diodos LED en el mundo. El negocio principal de Seoul Semiconductor son los productos de módulos en líneas de producción de envases y de encargo del LED, incluyendo el uso de productos de fuente de luz de semiconductores impulsados por AC.

Los productos han sido ampliamente utilizados en la iluminación general, iluminación de la pantalla, la retroiluminación teléfonos móviles, televisores, ordenadores portátiles, iluminación del automóvil, artículos para el hogar y las señales de tráfico.

#### **vii. Toyoda Gosei**

Empresa con sede en Aichi, Japón, gracias a la producción de componentes de automoción y el LED que representan el 10 % de los ingresos, es una de los principales fabricantes de diodos LED. Toyoda Gosei y Toshiba han desarrollado conjuntamente el uso de LED UV y

la combinación de los métodos de fósforo, el LED azul general y enfoque de combinación de fósforo.

### **viii. Agilent**

Agilent, el mundo es el principal proveedor LED de productos para los tableros de mensajes electrónicos de automotriz y luces de señales de tráfico, equipos industriales, productos de consumo, tales como teléfonos celulares y un gran número de productos para proporcionar fuente eficiente y confiable. Alta fiabilidad de estos componentes, por lo general, no tiene que sustituir a la fuente de luz y te pueden garantizar el equipo de por vida.

Otros de los principales fabricantes de diodos LED son: Epistar Corporation, Edison, Samsung, LG, no obstante, estos últimos tienen más protagonismo de acuerdos comerciales, que el desarrollo, la investigación y desarrollo propiamente del producto.

## **1.2. Fundamentos teóricos de la evaluación de proyectos**

### **1.2.1. Importancia de los proyectos de inversión estratégica**

Los proyectos estratégicos de inversión son aquellos que afectan la esencia misma de la empresa; son inversiones difíciles de revertir, debido a que comprometen los recursos de la empresa a largo plazo. Evaluar estas inversiones no es tarea fácil, puesto que, además de su alto riesgo, comprometen los recursos de la empresa con una estrategia. Los proyectos estratégicos más comunes son: inversiones de expansión geográfica y tecnológica, modernización tecnológica, desarrollo de productos, asignación de recursos al sistema de actividades de la empresa, desarrollo de destrezas, diversificación, fusiones y adquisiciones de empresas.

Una buena estrategia aclara cuál es el negocio de la empresa y cuáles no son los negocios de la empresa. Estrategia es, ante todo, escoger aclarar cuáles actividades son parte de la empresa y cuáles no lo son. (Ketelhöhn, Marín, Nicolás y Montiel, 2006)

Además, los autores citan que *“las inversiones estratégicas se adoptan para acercar a la empresa a los objetivos y metas deseados. Las inversiones estratégicas comprometen los*

*recursos de la empresa con la dirección seleccionada; responden a la pregunta ¿Cómo llegaremos?*” (Ketelhöhn, Marín, Nicolás y Montiel, 2006, p. 15).

Los conceptos financieros más importantes para tomar decisiones estratégicas se vinculan con las decisiones de inversión de capital. El flujo descontado de caja de una empresa, es la mejor medida del atractivo actual que tiene el futuro de la misma. En vez de fijarse únicamente en los rendimientos pasados de una empresa (ROE), la dirección de la misma debe encontrar rendimientos sobre las inversiones que sean sostenibles en el futuro.

### **1.2.2. Preparación y evaluación de proyectos**

Los autores Sapag, en su libro *“Preparación y evaluación de proyectos”*, describe proyecto como *“búsqueda de una solución inteligente al planteamiento de un problema que tiende a resolver, entre tantos, una necesidad humana o deseo”* (Chain, Nassir S., 2014, p.1).

El proyecto surge como respuesta a una “idea” que busca la solución de un problema, necesidad o deseo (reemplazo de tecnología obsoleta, abandono de una línea de productos, introducción de un nuevo canal de comercialización como el e-commerce) o la manera de aprovechar una oportunidad de negocio. Esta, por lo general, corresponde a la solución de un problema de terceros; por ejemplo, la demanda insatisfecha de algún producto, la sustitución de importaciones de productos que se encarecen por el flete, o bien, por una innovación en tecnologías de información. (Chain, Nassir S., 2014, p.1).

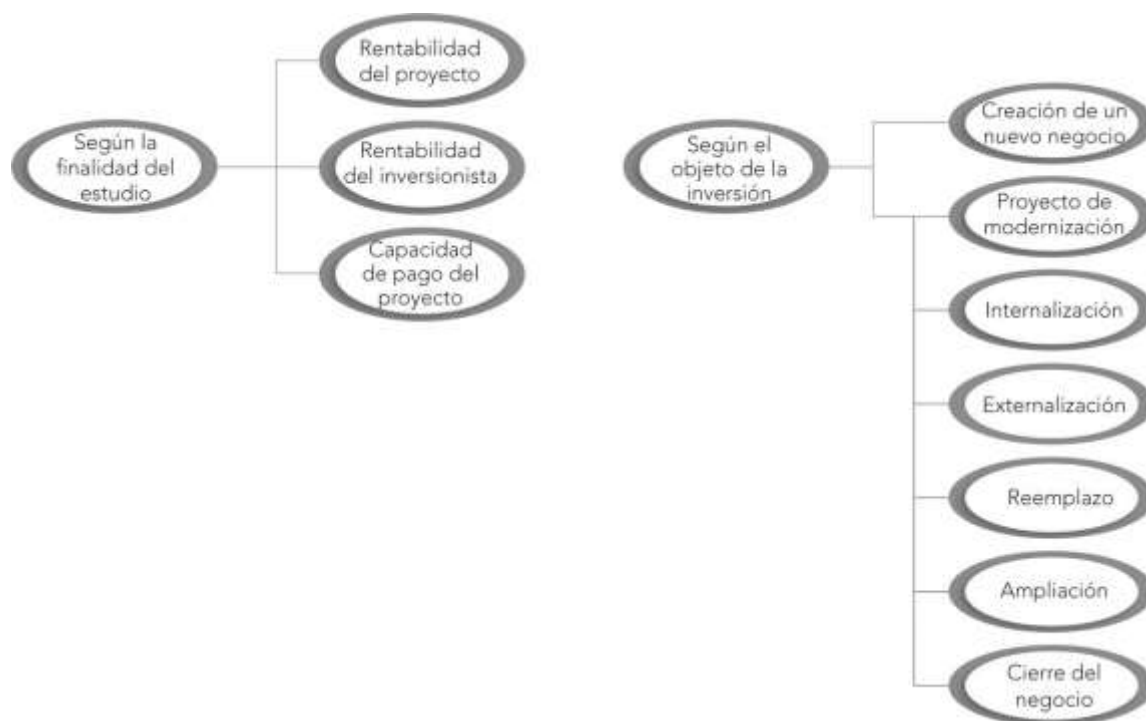
La importancia de la evaluación de proyectos radica en cómo obtener los recursos necesarios para realizar un proyecto y en la asignación racional de los mismos, esto con el fin de ayudar a la toma de decisiones gerenciales respecto a la posible realización de los proyectos que se le presentan a la empresa.

### **1.2.3. Tipología de proyectos**

Uno de los primeros problemas que se observan al evaluar un proyecto es la gran diversidad de tipos que pueden encontrarse, dependiendo tanto del objetivo del estudio como de la finalidad de la inversión. Los mismos se describen seguidamente, de conformidad con lo expuesto por Chain, Nassir (2014, p. 4-6):

- A. Según el *objetivo o la finalidad del estudio*, es decir, de acuerdo con lo que se espera medir con la evaluación, es posible identificar tres tipos de proyectos que obligan a conocer tres formas de obtener los flujos de caja para lograr el resultado deseado. Estos son:
- i. Estudios para medir la rentabilidad del proyecto, es decir, del total de la inversión, independientemente de dónde provengan los fondos.
  - ii. Estudios para medir la rentabilidad de los recursos propios invertidos en el proyecto o rentabilidad del inversionista.
  - iii. Estudios para medir la capacidad del propio proyecto, a fin de enfrentar los compromisos de pago asumidos en un eventual endeudamiento para su realización.
- B. Según la *finalidad o el objeto de la inversión*, es decir, del objetivo de la asignación de recursos, es posible distinguir entre proyectos que pretenden crear nuevos negocios o empresas y aquellos que buscan evaluar un cambio, mejora o modernización en una empresa ya existente. En el primer caso, la evaluación se concentrará en determinar todos los costos y beneficios asociados directamente con la inversión. En el segundo, solo considerará aquellos que son relevantes para la decisión que se deberá tomar.

### **Figura 3. Clasificación de los proyectos**



**Fuente:** Chain, Nassir (2014). Preparación y evaluación de proyectos, 6th Edition. McGraw-Hill Interamericana, (p. 5)

Además, los proyectos de inversión pueden ser clasificados, según su naturaleza, en los siguientes tipos (Sapag, Nassir, 2007, p. 17-18):

- a. Inversiones dependientes: son las que, para ser realizados, requieren de otra inversión. A estos proyectos se les conoce como proyectos complementarios y lo más usual es que se evalúen en forma conjunta.
- b. Inversiones independientes: son las que se pueden realizar sin que dependan o afecten a otros proyectos de inversión.
- c. Inversiones mutuamente excluyentes: se refiere a proyectos opcionales donde aceptar uno implica necesariamente rechazar el otro.

#### **1.2.4. Etapas de un proyecto**

En un proyecto de inversión se pueden identificar cuatro etapas, de acuerdo con la vida del mismo, las cuales se explican a continuación (Sapag, Nassir, 2007, p. 26-30):

- i. **Idea:** esta etapa corresponde a la búsqueda de nuevas oportunidades de negocio o ideas de mejoramiento en el funcionamiento de la empresa, las cuales podrían desarrollarse en proyectos de inversión atractivos para la empresa.
- ii. **Pre-inversión:** es la etapa en la que se realizan estudios de viabilidad técnica, administrativa, económica y de otras índoles, de las distintas opciones de inversión. Existen distintos niveles de estudios que se podrían considerar para la evaluación: perfil, prefactibilidad y factibilidad. El alcance de estos estudios depende de la cantidad y calidad de la información que se tenga para el análisis. “*Mientras menor cantidad y calidad de información, más se acerca el estudio al nivel de perfil; y mientras más y mejor sea ésta, más se acerca al nivel de factibilidad*” (Sapag, Nassir, 2007, p. 28).
- iii. **Inversión:** en esta etapa se realiza la implementación del proyecto de inversión y se materializa toda la inversión necesaria previa a la puesta en marcha del proyecto.
- iv. **Operación:** es la etapa en donde la inversión ya realizada se encuentra en ejecución y generando resultados.

#### **1.2.5. Proceso de estudio del proyecto**

El estudio de un proyecto de inversión busca determinar, de la manera más precisa posible, la suma necesaria para realizar las inversiones requeridas, además de los costos y beneficios esperados de dicho proyecto. Esto con el fin de poder comprarlos entre sí y posteriormente determinar, de forma objetiva, la conveniencia de emprender el proyecto en cuestión.

La primera etapa en el estudio se conoce como la formulación del proyecto. Aquí el analista define y configura el proyecto por analizar. Además, es en esta etapa donde se recurre a diversos tipos de estudios, dentro de los cuales se pueden mencionar: económico, técnico, de gestión, legal, ambiental y comercial. Estos estudios proporcionan un criterio de las distintas áreas correspondientes con el fin de poder evaluar la viabilidad desde diferentes ópticas.

La viabilidad técnica estudia la posibilidad de materializar el proyecto con los insumos con que se cuenta y la tecnología disponible. La viabilidad legal determina probables

restricciones de carácter legal que podrían impedir su desarrollo. Sin embargo, el presente estudio parte de que se cuenta con las anteriores viabilidades y analiza únicamente la viabilidad económica, la cual *“busca definir, mediante la comparación de los beneficios y costos estimados de un proyecto, si es rentable la inversión que demanda su implementación”* (Sapag, Nassir, 2003, p. 23).

La siguiente etapa del estudio es la preparación del proyecto, aquí es donde se pretende calcular y estructurar los costos, inversiones y los posibles beneficios del proyecto. Como resultado de esta etapa, con base en los costos y beneficios esperados, se obtiene el flujo de caja prospectado para la vida del proyecto.

La última etapa corresponde a la evaluación del proyecto. En esta etapa se utiliza diversos métodos y herramientas que determinan la aceptación o rechazo del proyecto. *“La evaluación del proyecto, cualquier sea el método usado, considera para calcular la rentabilidad de la inversión, la ocurrencia de hechos futuros y estima los costos y beneficios futuros en uno solo de entre muchos escenarios posibles”* (Sapag, Nassir, 2007, p. 35).

## **1.2.6. Estimación de costos e inversiones**

### **1.2.6.1. Inversiones**

Las inversiones requeridas en un proyecto pueden dividirse en dos tipos:

- i. **Previas a la puesta en marcha:** estas abarcan la mayoría de las inversiones de un proyecto y deben realizarse antes de que inicie la operación del mismo.
- ii. **Durante la operación:** esta clasificación considera aquellas inversiones que se deben realizar durante la operación del proyecto, que a su vez se pueden dividir en inversiones de remplazo o ampliación.

Las inversiones previas a la puesta en marcha de un proyecto se realizan en su mayoría en activos fijos (terrenos, obras físicas, maquinaria, equipo de cómputo, herramientas, vehículos y mobiliario, entre otros); activos intangibles (derechos adquiridos, gastos pre-operativos, patentes y licencias, entre otros) y capital de trabajo (recursos necesarios para la operación normal del proyecto).

Considerando el capital de trabajo, *"el método más común para su cálculo es el contable, que considera la inversión como el equivalente para financiar los niveles óptimos de las inversiones en efectivo, cuentas por pagar, inventarios y menos el financiamiento a terceros, a través de crédito de proveedores y préstamos a corto plazo"* (Solé, Roberto, 2010, p. 12).

Profundizando en el detalle de las inversiones durante de la operación, las de remplazo se incluyen en función de la vida útil de los activos, cuyo cálculo se puede realizar de acuerdo con distintos criterios:

- a. **Criterio contable:** presume que los activos se deberían sustituir cuando termine su vida contable.
- b. **Criterio técnico:** define el tiempo de remplazo en función de estándares predeterminados de uso, estos relacionados con tasas de fallas, obsolescencia de equipos, horas de trabajo, años y unidades producidas, entre otros.
- c. **Criterio comercial:** supone el período de remplazo en función de alguna variable comercial relevante para la empresa.
- d. **Criterio económico:** define el tiempo de sustitución cuando los costos de continuar con el activo son superiores a invertir en uno nuevo.

Las inversiones necesarias durante la operación se asocian, principalmente, a la construcción de las obras físicas y la compra de terrenos, equipamiento, mobiliario y vehículos. Dentro de estas se deben también considerar las inversiones en activos intangibles, como los sistemas de información, adquisición de licencias y la capacitación de personal, entre otros.

#### **1.2.6.2. Costos**

El costo representa un desembolso de efectivo, hecho en el pasado, presente o futuro. A diferencia de las inversiones, estos se refieren a gastos necesarios para el desarrollo de la actividad propia de la empresa y no a la compra de activos. Los costos tienen un efecto directo en la rentabilidad del proyecto, por lo que es de suma importancia su estudio para la preparación y evaluación del mismo.



Se pueden identificar dos tipos de costos, los contables y los efectivos. Los costos contables no necesariamente generan flujos de efectivo, aunque se reflejan en el Estado de Resultados. Por otro lado, los costos efectivos no necesariamente se reflejan en dicho estado, pero son aquellos que generan flujos e impactan mayoritariamente en las decisiones de inversión, pues son estos los que provocan cambios en el flujo de efectivo proyectado de la empresa. Para la evaluación de este proyecto se enfatizará en los costos efectivos, sin dejar de lado los contables por el efecto tributario relevante que tienen.

Los costos efectivos se pueden dividir en dos grupos:

- a. **Fijos:** son aquellos que no cambian con variaciones en el nivel de operación.
- b. **Variables:** se refiere a los costos que dependen del nivel de operación.

En algunos proyectos donde el beneficio es el mismo, la diferencia de costos es la que determinará cuál proyecto escoger, a eso se le denomina costos diferenciales. *"Será la diferencia de los costos de cada alternativa la que determinará cuál de ellas se debe seleccionar, por cuanto los ingresos, al no variar entre las opciones, constituyen un elemento irrelevante para la decisión"* (Sapag, Nassir, 2007, p. 154).

### **1.2.6.3. Beneficios del proyecto**

La rentabilidad de un proyecto de inversión depende directamente de la dimensión de los beneficios netos que se generan a partir de la inversión realizada en su implementación. Estos beneficios se pueden obtener a través del aumento de los ingresos o la creación de valor a los activos de la empresa mediante la disminución de costos (Sapag, Nassir, 2007, p. 185).

Se pueden encontrar dos tipos de beneficios que se deben considerar en la construcción de los flujos de caja y en la evaluación de los mismos: los que representan ingresos y los que no representan movimientos ordinarios de caja, por ejemplo, el valor de desecho del proyecto y la recuperación del capital de trabajo.

Entrando en el detalle del valor de desecho, este se pueden calcular por los siguientes tres métodos:

#### 1.2.6.4. Valor de desecho contable

Este cálculo corresponde al valor de adquisición del activo menos la depreciación acumulada hasta el momento de su venta, es decir, lo que resta por depreciar de ese activo.

Este limitado procedimiento asume que la empresa siempre pierde valor económico con el avance del tiempo. Es por esto que este cálculo es utilizado únicamente para estudios a nivel de perfil o prefactibilidad.

#### 1.2.6.5. Valor de desecho comercial

Este valor ajusta el valor contable o en libros, según el valor de mercado del activo. El valor de desecho comercial se obtiene a partir de la sumatoria de los valores de mercado de cada activo corregido por el efecto tributario, como se muestra en la siguiente fórmula (Sapag, Nassir, 2003, p. 172):

$$VD_c = \left( \sum VM_a - \sum VL_a \right) (1 - T) + \sum VL_a$$

Donde:

$\sum VM_a$ : es la suma de los valores de mercado de los activos existentes.

$\sum VL_a$ : es la suma de los valores en libros de los activos.

$T$ : es la tasa de impuestos sobre las utilidades.

La principal dificultad que presenta este método es la determinación de los precios de mercado, pues estos pueden ser muy variables.

#### 1.2.6.6. Valor de desecho económico

Este cálculo supone que el proyecto de inversión tiene un valor equivalente a su capacidad de generación futura. De esta forma, el cálculo se podría determinar en el último período de evaluación, como el valor actual neto de un flujo promedio de caja a perpetuidad, como se muestra en la fórmula (Sapag, Nassir, 2003, p. 173):

$$VD_e = \frac{FC_p}{i}$$

Donde:

$FC_p$ : es el flujo de caja promedio perpetuo anual calculado para el proyecto.

$i$ : la tasa de ganancia exigida para el proyecto.

El principal inconveniente que presenta este cálculo es que supone que es posible mantener a perpetuidad una capacidad productiva constante, sin el reemplazo de los activos necesarios para su generación. Para solventar esta situación se puede ajustar el valor deduciendo un monto estimado del flujo para una supuesta reinversión en el mantenimiento de los activos y por lo tanto, la capacidad productiva.

#### **1.2.6.7. Flujo de caja del proyecto**

El flujo de caja presenta, de forma sistemática, los ingresos y egresos de efectivo relacionados al proyecto. Su estimación se basa en la información obtenida en la etapa de formulación del proyecto.

El flujo de caja sistematiza la información de las inversiones previas a la puesta en marcha, las inversiones durante la operación, los egresos e ingresos de operación, el valor salvamento del proyecto y la recuperación de capital de trabajo (Sapag, Nassir, 2003, p. 281).

Se pueden identificar diversas formas de estructurar el flujo de caja de un proyecto, esto en función de la información que se desee obtener: la rentabilidad del proyecto, la rentabilidad de los recursos propios invertidos, o la capacidad de hacer frente a los pagos de un eventual obligación financiera (Sapag, Nassir, 2007, p. 213).

Un factor importante en la construcción correcta del flujo de caja es la definición del horizonte de evaluación, el cual idóneamente debería ser igual a la vida útil real del proyecto. Sin embargo, la mayoría de las veces esto no es posible, ya que la vida real puede ser tan larga que pierde la confiabilidad por el largo plazo de las proyecciones.

Es importante también identificar la vida de los proyectos, ya que pueden existir proyectos con igual vida útil o con vidas útiles distintas, y los métodos de evaluación pueden diferir para ambos casos.

### **1.2.6.8. Estructura del flujo de caja**

Los flujos de caja usualmente se organizan en varias columnas que constituyen los períodos en que ocurren los costos y beneficios asociados al proyecto. Cada una de estas columnas refleja los movimientos de caja realizados y los desembolsos necesarios para que ocurran los eventos del período siguiente.

Además del período de operación del proyecto, se debe incluir una columna inicial que se conoce como “el momento cero” y que incluye todas las inversiones que se efectúan antes del inicio de la operación, a esto se le conoce como “inversión inicial”.

Los distintos elementos que componen el flujo de caja de un proyecto se pueden ordenar de la siguiente forma (Sapag, Nassir, 2007, p. 215):

1. Ingresos y egresos afectos a impuestos.
2. Gastos no desembolsables.
3. Cálculo del impuesto.
4. Ajuste por gastos no desembolsables.
5. Costos y beneficios no afectos a impuestos.
6. Flujo de caja.

En la siguiente figura se puede observar la estructura típica de un flujo de caja siguiendo el ordenamiento descrito:

**Figura 4. Ejemplo de la estructura general de un flujo de caja**

Concepto	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ingresos:		25 000	25 000	30 000	30 000	30 000	36 000	36 000	36 000	36 000	36 000
Venta activo									2 500		
Costos variables		(3 000)	(3 000)	(3 000)	(3 000)	(3 000)	(3 420)	(3 420)	(3 420)	(3 420)	(3 420)
Costos fab. fijos		(2 000)	(2 000)	(2 000)	(2 000)	(2 000)	(2 200)	(2 200)	(2 200)	(2 200)	(2 200)
Comisiones venta		(500)	(500)	(600)	(600)	(600)	(720)	(720)	(720)	(720)	(720)
Gastos administración y venta		(800)	(800)	(800)	(800)	(800)	(820)	(820)	(820)	(820)	(820)
<b>EBITDA</b>		<b>18 700</b>	<b>18 700</b>	<b>23 600</b>	<b>23 600</b>	<b>23 600</b>	<b>28 840</b>	<b>28 840</b>	<b>31 340</b>	<b>28 840</b>	<b>28 840</b>
Depreciación		(7 800)	(7 800)	(7 800)	(7 800)	(7 800)	(9 200)	(9 200)	(9 200)	(9 200)	(9 200)
Amortización intangible		(400)	(400)	(400)	(400)	(400)					
Valor libro									(2 000)		
<b>Resultado antes de impuesto</b>		<b>10 500</b>	<b>10 500</b>	<b>15 400</b>	<b>15 400</b>	<b>15 400</b>	<b>19 640</b>	<b>19 640</b>	<b>20 140</b>	<b>19 640</b>	<b>19 640</b>
Impuesto		(2 100)	(2 100)	(3 080)	(3 080)	(3 080)	(3 928)	(3 928)	(4 028)	(3 928)	(3 928)
<b>Resultado después de impuestos</b>		<b>8 400</b>	<b>8 400</b>	<b>12 320</b>	<b>12 320</b>	<b>12 320</b>	<b>15 712</b>	<b>15 712</b>	<b>16 112</b>	<b>15 712</b>	<b>15 712</b>
Depreciación		7 800	7 800	7 800	7 800	7 800	9 200	9 200	9 200	9 200	9 200
Amortización intangible		400	400	400	400	400					
Valor libro									2 000		
<b>Resultado operacional neto</b>		<b>16 600</b>	<b>16 600</b>	<b>20 520</b>	<b>20 520</b>	<b>20 520</b>	<b>24 912</b>	<b>24 912</b>	<b>27 312</b>	<b>24 912</b>	<b>24 912</b>
Inversión inicial	(121 200)										
Inversión de reemplazo									(10 000)		
Inversión de ampliación						(20 000)					
Inversión capital trabajo	(3 150)	(50)				(380)					
Valor de desecho											139 117
<b>Flujo de caja</b>	<b>(124 350)</b>	<b>16 600</b>	<b>16 550</b>	<b>20 520</b>	<b>20 520</b>	<b>140</b>	<b>24 912</b>	<b>24 912</b>	<b>17 312</b>	<b>24 912</b>	<b>164 029</b>

**Fuente:** Chain, Nassir S (2014). *Preparación y evaluación de proyectos* (p. 230).

Los ingresos y egresos afectos a impuesto incluyen todos los movimientos de caja que pueden alterar el Estado de Resultados de la empresa y, por lo tanto, el monto a cancelar por impuestos, como el ingreso por ventas o el costo de la mercadería vendida.

Los gastos no desembolsables son aquellos que, sin ser salidas de caja, se pueden agregar a los costos de la empresa como deducibles de impuestos, ejemplo de estos corresponden la depreciación de los activos y la amortización de los activos intangibles.

De los ingresos y gastos se obtiene la utilidad antes de impuesto, a la cual se le debe aplicar la tasa tributaria y restar el monto impositivo para obtener así la utilidad neta. Seguidamente se debe realizar el ajuste correspondiente a los gastos no desembolsables, estos se deben volver a sumar, pues no constituyen una salida de efectivo real. Además, se deben incluir los ingresos y egresos no afectos a impuestos, estos se refieren a los movimientos de caja que no afectan la riqueza contable de la empresa; por ejemplo, las inversiones o el valor de desecho. Al final se obtiene el flujo de caja neto que produce la inversión a lo largo de los períodos de valoración.

#### 1.2.6.9. Tasa de descuento

La tasa de descuento es una medida financiera que se aplica para descontar los flujos a valor presente y que, en muchos casos, representa el costo de las fuentes de financiamiento utilizadas en el proyecto o bien su costo de oportunidad. *"La importancia que esta tasa tiene en el cálculo de la rentabilidad de un proyecto se manifiesta en que un pequeño error en su determinación y uso puede hacer que un proyecto rentable se exprese como no rentable o viceversa"* (Sapag, Nassir, 2007, p. 311).

Los flujos del proyecto usualmente se descuentan a la tasa de costo de capital promedio ponderado (CCPP). Esta tasa pondera los costos de la deuda después de impuestos con el costo de capital propio y se calcula de la siguiente forma (Ross, Stephen, 2009, p. 464).

$$CCCP = \frac{D}{D + P} * k_d * (1 - T) + \frac{P}{D + P} * k_p$$

Donde:

$D$ : capital que corresponde al pasivo con costo.

$P$ : capital aportado por los accionistas.

$k_d$ : costo del pasivo con costo.

$k_p$ : costo de los recursos de los accionistas.

$T$ : tasa de impuesto aplicable a las utilidades.

### 1.2.6.10. Costo de capital

Como lo mencionan Chain, Nassir S. (2014), el costo de capital corresponde a aquella tasa que se utiliza para determinar el valor actual de los flujos futuros que genera un proyecto y representa la rentabilidad que debe exigírsele a la inversión por renunciar a un uso alternativo de los recursos en proyectos de riesgos similares.

Por lo tanto, la tasa de costo de capital debe, al menos, igualar la rentabilidad de un activo financiero con riesgo comparable al proyecto de inversión, para que así sea atractivo para el inversionista.

Existen varios métodos para calcular la tasa de costo de capital, por su simplicidad el Modelo de Valoración de los Activos de Capital (CAPM) es generalmente aceptado por los evaluadores de proyectos.

El modelo del CAPM señala que la tasa exigida de rentabilidad equivale a la tasa libre de riesgo más una prima por el riesgo asumido, y se calcula de la siguiente manera (Ross, Stephen, 2009, p. 290):

$$k_c = R_f + \beta(R_m - R_f)$$

Donde:

$R_f$ : rendimiento del activo libre de riesgo.

$\beta$ : factor que mide la variabilidad del riesgo sistemático o diversificable.

$R_m$ : rendimiento del mercado.

Las principales debilidades del modelo CAPM son: se basa en la existencia de un activo libre de riesgo que en la realidad no existe en términos puros; considera una única fuente de riesgo (el sistemático); y no existe evidencia empírica que respalde la hipótesis del coeficiente beta (Sapag, Nassir, 2007, p. 312).

### 1.2.6.11. Costo de deuda

Este representa el costo de los recursos financiados por pasivos con y sin costo, con la ventaja respecto al capital accionario que es deducible de impuestos. Si la empresa tiene diferentes obligaciones financieras, se debe calcular ponderando las tasas de interés, según la proporción que tenga cada una de las deudas respecto al pasivo total.

### 1.2.7. Evaluación de proyectos

Hasta el momento se ha desarrollado la teoría necesaria para la preparación y estructuración de los flujos de caja. Esta sección expone el paso siguiente, que es la evaluación de los flujos, donde se explicarán los métodos más comunes para este fin.

Desde el punto vista financiero, el objetivo de invertir en proyectos consiste en maximizar la ganancia y rendimiento sobre el capital invertido. (Salas, Tarsicio, 2015, p.p. 1)

La evaluación de proyectos compara mediante diferentes herramientas, si el flujo de caja proyectado produce la rentabilidad deseada al inversionista; además, determina si el inversionista recupera su inversión al final del ciclo de vida del proyecto.

En la evaluación de proyectos se pueden encontrar varias herramientas, cuyo principal objetivo es comparar los beneficios o ahorros netos proyectados asociados a una decisión de inversión, con su correspondiente flujo de inversión o desembolsos proyectados (Solé, Roberto, 2010, p. 27).

#### 1.2.7.1. Valor actual neto

El valor actual neto (VAN) expresa el valor presente que genera un proyecto o inversión de capital después de cubrir el monto invertido. *“El VAN es el valor presente de los flujos netos de efectivo menos la inversión inicial y expresa la ganancia neta a valor actual que genera el proyecto”* (Salas, Tarsicio, 2015, p.p 2).

Esto se expresa mediante la siguiente fórmula (Solé, Roberto, 2014, p.p.4):

$$VAN = \sum_{t=1}^N FC_t(1+r)^{-n} - I_o$$

Donde:

$FC_t$ : flujo de caja del período (desde t=1 hasta n).

$I_o$ : representa la inversión inicial del proyecto.

$r$ : tasa de descuento.

La regla de decisión para proyectos excluyentes sugiere que se debe aceptar el proyecto que genere un VAN positivo, si existen varios proyectos con esta condición se debe elegir la opción con el mayor VAN. *“Si su resultado es positivo, indica que el proyecto es rentable*



*y factible financieramente, ya que recupera su inversión, cubre el costo de financiamiento y genera un excedente que incrementa la riqueza del inversionista. Bajo el criterio del VAN y ante proyectos excluyentes, debe elegirse aquella opción que genere el mayor VAN”* (Salas, Tarsicio, 2015, p.p. 3).

Es importante recalcar que el VAN, como medida de valoración, pierde utilidad cuando se comparan proyectos con diferentes magnitudes de inversión y vidas distintas, en cuyo caso se recomienda utilizar otros métodos de valoración. La razón es que a mayor inversión y tiempo es natural producir más ganancia, para lo cual este método no aclara o justifica si existe compensación entre esa mayor ganancia y una mayor vida o inversión.

### **1.2.7.2. Tasa interna de retorno**

La tasa interna de retorno (TIR) es la tasa promedio de rendimiento por período que genera el proyecto sobre su inversión inicial, durante su vida productiva. La tasa TIR se compara frente al costo de capital, para determinar si el proyecto genera un rendimiento superior o no al costo de sus fuentes de financiamiento y si es aceptable bajo la óptica financiera (Salas, Tarsicio, 2011, p. 7). Por lo tanto, la tasa interna de retorno es la tasa de descuento que iguala el cálculo del VAN a cero, tal y como se presenta en la siguiente fórmula (Solé, Roberto, 2014, p.p.4):

$$0 = \sum_{t=1}^N FC_t(1+r)^{-n} - I_o$$

Donde:

$FC_t$ : flujo de caja del período (desde  $t=1$  hasta  $n$ ).

$I_o$ : representa la inversión inicial del proyecto.

$r$ : es la tasa interna de retorno TIR.

La evaluación de TIR determina que si este es inferior al costo de capital, el proyecto no cubre con el costo de las fuentes de financiamiento y genera pérdidas que equivalen a un VAN negativo. Se debe aceptar el proyecto únicamente cuando el TIR sea mayor al costo de capital, o en el caso de que sean iguales, su aceptación dependerá de consideraciones estratégicas del proyecto.

Para proyectos excluyentes, el criterio de decisión determina que se debe seleccionar la opción que produzca el mayor TIR, si y solo si dicha tasa supera al costo promedio de capital de la empresa.

Sin embargo, el TIR presenta ciertas limitaciones:

- Su resultado no necesariamente conduce a la misma regla de decisión del VAN. En estos casos se puede utilizar la Tasa de Fischer para determinar en qué situaciones se da este comportamiento.
- No es útil para comparar proyectos con diferente inversión o vida. A mayor inversión y tiempo es evidente que se pueda esperar un mayor rendimiento. Este método no toma en cuenta el tiempo o la inversión realizada y si estos justifican el mayor rendimiento. En este caso se recomienda utilizar otros métodos de forma complementaria como el VANA, que se explicará más adelante.
- Al existir cambios de signo en el flujo de caja, se pueden encontrar tantas tasas internas de retorno como cambios de signo. En estos casos se puede utilizar otro método, conocido como la TIR modificada.

### 1.2.7.3. Costo beneficio

Dentro de los métodos de contribución se encuentra el Costo Beneficio (CB) que expresa el aporte de ganancia que genera un proyecto sobre el monto invertido, o indica cuanto representa la ganancia neta sobre su inversión. El CB mide la contribución de ganancia porcentual o unitaria sobre el capital invertido en el proyecto y, por lo tanto, es el método más apropiado para comparar proyectos con diferentes magnitudes de inversión y es expresado con la siguiente fórmula (Salas, Tarsicio, 2015, p.p.6):

$$PR = \frac{VAN}{I_o}$$

Donde:

VAN: Valor actual neto

$I_o$ : representa la inversión inicial del proyecto.

No obstante si se comparan dos proyectos con diferente vida, el CB no aclara si una mayor contribución compensa y justifica o no el mayor tiempo de la inversión

#### 1.2.7.4. Costo beneficio anualizado

El Costo Beneficio Anual CBA expresa la contribución de ganancia por periodo que genera un proyecto sobre su inversión, es decir, mide el peso o la importancia que representa la ganancia promedio anual sobre el monto invertido, lo cual permite comparar proyectos con distintas magnitudes de inversión y diferente número de años.

El CBA es una combinación de los métodos de CB y VANA, sustituyendo la ganancia neta por la ganancia anual, con el fin de medir una contribución anual y no total sobre la inversión y se expresa con la siguiente fórmula (Salas, Tarsicio, 2015, p.p.9):

$$PR = \frac{VANA}{I_o}$$

Donde:

VANA: Valor actual neto anualizado

$I_o$ : representa la inversión inicial del proyecto.

#### 1.2.7.5. Índice de rentabilidad

Como ya se indicó anteriormente, siendo que el VAN es una medida absoluta lo cual perjudica la comparabilidad de proyectos de distinto tamaño, y complementario al VANA, surge el Índice de Rentabilidad (IR), con el fin de convertir el VAN en una medida relativa, de manera que en lugar de que las inversiones sean deducidas de sumatoria del valor actual de los flujos descontados en tiempo cero, dichas inversiones son divididas. (Solé, 2011, p.439).

El cálculo de este método se da mediante la siguiente formula (Solé, Roberto, 2014, p.p.14):

$$ID = \frac{\sum_{t=1}^N FC_t (1+r)^{-n}}{I_o}$$

Donde:

$FC_t$ : flujo de caja del período (desde t=1 hasta n).

$I_0$ : representa la inversión inicial del proyecto.

$r$ : tasa de descuento.

Para proyectos excluyentes se debe aceptar aquel que tenga el mayor índice de deseabilidad. En el caso de proyectos independientes, la regla de decisión es que se aceptan aquellos proyectos donde  $ID > 1$ , de lo contrario, se rechaza.

#### 1.2.7.6. Valor actual neto anualizado

El valor actual neto anualizado (VANA) se utiliza para comparar proyectos mutuamente excluyentes con distinta vida útil económica. Al comparar proyectos con diferente vida, el VAN pierde validez, ya que la mayor cantidad de años producirá naturalmente una ganancia superior.

En estos casos debe asociarse la ganancia neta al número de años, por lo que se calcula el Valor Actual Neto Anualizado (VANA), el cual se obtiene calculándole una anualidad al VAN con base en el número de años del proyecto y la tasa de interés constituida por el costo de capital. El VANA expresa la ganancia promedio anual o por período que genera el proyecto durante su vida económica (Salas, Tarsicio, 2015, p.p. 8).

El VANA se define mediante la siguiente fórmula (Solé, Roberto, 2014, p.p.2):

$$VANA = \frac{VAN * r}{1 - (1 + r)^{-n}}$$

Donde:

$VAN$ : es el valor actual neto del flujo.

$r$ : tasa de descuento.

$n$ : cantidad de períodos del flujo.

El criterio de decisión del VANA para proyectos excluyentes determina que se debe aceptar el que genere el mayor VANA, siempre que éste sea positivo. En el caso de proyectos independientes, la regla de decisión es que se aceptan únicamente los proyectos donde el  $VANA > 0$ .

Es necesario recalcar que el VANA tiene ciertas debilidades como:

- Al ser un promedio no toma en cuenta la existencia de flujos con magnitudes diferentes, esto reduce la validez del VANA, pues podrían existir períodos con alta ganancia y otros que generan baja utilidad o incluso pérdidas.
- Además, el VANA pierde validez con proyectos de diferente inversión, ya que naturalmente, una mayor inversión debería producir una ganancia mayor. Este método no aclara si la mayor ganancia anual compensa una mayor inversión.

#### 1.2.7.7. Período de recuperación descontado

“El período de recuperación (PR) indica el número de períodos que dura un proyecto para recuperar su inversión inicial, es decir, mide cuánto tiempo tarda un proyecto para que sus flujos de caja recuperen el monto invertido” (Salas, Tarsicio, 2015, p. 11). Este se calcula de la siguiente forma:

$$I_o = \sum_{t=1}^N FC_t$$

Donde:

$N$ : es el período de recuperación de capital.

$I_o$ : representa la inversión inicial del proyecto.

$FC_t$ : flujo de caja del período.

El gran beneficio que ofrecen los métodos del periodo de recuperación es que evalúan el nivel de riesgo del proyecto, ya que entre más tarde un proyecto para recuperar su inversión, mayor será su riesgo, por estar el capital invertido expuesto por más tiempo sin haberse recuperado. Por el contrario, entre más corto sea el periodo de recuperación se reduce su riesgo.

La fórmula anterior se calcula con los flujos nominales de cada año y se conoce como el periodo de recuperación simple. Sin embargo, reconociendo que los flujos pierden valor en el tiempo, se calcula el Periodo de Recuperación Descontado PRD, tomando los flujos descontados a valor presente. Cada flujo se trae del futuro a valor actual considerando el costo de capital como tasa de descuento. Para el cálculo del PRD se toma la misma fórmula del PR, pero con los flujos descontados (Salas, Tarsicio, 2015, p. 12):

$$I_o = \sum_{t=1}^N FC_t / (1 + r)^t$$

Donde:

$N$ : es el período de recuperación de capital.

$I_o$ : representa la inversión inicial del proyecto.

$FC_t$ : flujo de caja del período.

$r$ : tasa de descuento.

$t$ : período.

Es importante señalar que el PR, ni el PRD, valoran la rentabilidad de un proyecto, únicamente determinan el tiempo necesario para recuperar la inversión inicial. Estas son medidas que evalúan -aunque burdamente- el nivel de riesgo de un proyecto, pero no son útiles para determinar cuál proyecto es más rentable. *“El gran beneficio que ofrecen los métodos del período de recuperación es que evalúan el nivel de riesgo del proyecto”* (Salas, Tarsicio, 2011, p. 18). La principal utilidad de estos métodos es la de comparar proyectos con rentabilidades similares y determinar cuál es menos riesgoso, según el criterio del lapso de tiempo que requieren para recuperar la inversión.

### 1.2.8. Análisis de riesgo

El riesgo de un proyecto se define como la variabilidad que presentan los componentes del flujo de caja efectivo respecto de los estimados en el caso base. Cuanto más grande sea esta variabilidad, mayor es el riesgo del proyecto. Así, el riesgo se manifiesta en la variabilidad de los rendimientos del proyecto, puesto que se calculan sobre la proyección de los flujos de caja. (Chain, Nassir S, 2014, p.299).

Todos los proyectos de inversión tienen cierto grado de riesgo, por lo que resulta importante incluir el análisis del mismo en la evaluación de los proyectos de inversión. Se han desarrollado diversos métodos de análisis de riesgo; sin embargo, dada la naturaleza de éstos, no siempre producen resultado idénticos.

En esta sección se resumirán algunos de los métodos más conocidos en el estudio del riesgo asociado a la variabilidad de los proyectos de inversión.

### **1.2.8.1. Análisis de dependencia e independencia de los flujos de caja**

Este método, mediante la distribución de probabilidades de los flujos de caja proyectados, obtiene los valores probables de los rendimientos y la dispersión de su distribución de probabilidad (Solé, Roberto, 2010, p. 61).

Inicialmente se debe determinar si existe independencia entre las distribuciones de probabilidad de los flujos de caja del proyecto de inversión.

En el caso de que se estén comparando dos proyectos con similar rendimiento, naturalmente se preferirá aquel que tenga el menor riesgo (desviación estándar más baja), lo cual significaría menor dispersión de los resultados y, por ende, menor riesgo.

Este método permite, con el análisis de la desviación estándar y el coeficiente de variación de la distribución de probabilidad de los flujos, medir el riesgo asociado a la variabilidad. Además, tiene la función de obtener la probabilidad de que el VAN sea superior o inferior a cierto monto de referencia (normalmente cero).

En el caso de que los flujos sean dependientes, estos estarán correlacionados a través del tiempo. Además, la desviación estándar de la distribución de probabilidad de los flujos será mayor que si fueran independientes, lo cual producirá una mayor dispersión de la distribución de probabilidad e implicaría un mayor riesgo.

### **1.2.8.2. Análisis del árbol de decisiones**

Este análisis combina las probabilidades de ocurrencia, tanto de resultados parciales como finales, para calcular el valor esperado de su rendimiento. A pesar de que no incluye directamente la variabilidad de los flujos de caja del proyecto o la dispersión de los resultados, ajusta los flujos al riesgo en función de una asignación de probabilidades.

El árbol de decisiones no es más que una gráfica que permite al analista representar una serie de decisiones futuras de forma secuencial a través del tiempo. Está compuesto de ramas que representan una alternativa de acción, donde cada rama completa compone una posible secuencia de flujos de efectivo. Adicionalmente, a cada rama que parte de los sucesos se le asigna una probabilidad de ocurrencia. De esta forma, el árbol completo

representa las combinaciones posibles de decisiones y sucesos, permitiendo estimar un valor esperado final como el valor actual neto (Solé, Roberto, 2010, p. 65).

Con el fin de determinar la decisión óptima, se analizan los sucesos de las alternativas de decisión que se encuentran más cercanas al final del árbol, calculando el valor esperado de sus valores actuales netos. Se selecciona aquella opción con el mayor valor esperado del VAN.

### **1.2.8.3. Estimación del riesgo de inversión**

La estimación del riesgo es un proceso diferente para la mayoría de las empresas, pues depende de muchas variables propias del negocio o la industria, así como del comportamiento histórico de proyectos similares dentro de la empresa. Sin embargo, la mayor dificultad se presenta al estimar el riesgo de proyectos nuevos, donde no existen registros ni experiencia previa que respalde este cálculo. Según Higgins (2004), existen tres técnicas fundamentales para el manejo del riesgo en la presupuestación de capital: el análisis de sensibilidad, análisis de escenarios y la simulación.

El análisis de sensibilidad es un "*...método conductual que da diversos valores posibles para una variable específica*" (Gitman, 2007, p. 317). Esta variable específica usualmente se le atribuye a las ventas, la cual se varía para determinar el grado de variación de sus resultados. Generalmente se manejan tres variaciones: pesimista, esperada y optimista.

El estudio de escenarios es un método muy similar al análisis de sensibilidad pero involucra múltiples variables. Esta técnica "*...modifica varias de las variables inciertas de forma mutuamente consistente para describir un evento concreto*" (Higgins, 2004, p. 231).

Por otro lado, la simulación es muy similar a una aplicación masiva del estudio de escenarios, donde se asigna una distribución de probabilidad a cada variable del proyecto y, con la ayuda de sistemas computacionales, se realizan los cálculos de miles de escenarios posibles.

### **1.2.8.4. Tasa de descuento ajustada por el riesgo**

Las técnicas de estimación de riesgo antes mencionadas determinan una medida de riesgo general para el equipo gerencial; sin embargo, es recomendable incluir el riesgo en los



métodos de evaluación de los flujos. Una forma de cumplir con esto es ajustando la tasa de descuento, según el riesgo del proyecto.

El cálculo de la tasa ajustada tiene como fin incrementar la tasa de descuento de forma proporcional al riesgo del proyecto, a este aumento se le denomina prima de riesgo. De esta forma se estaría incluyendo el riesgo en la evaluación de los flujos al utilizar la tasa ajustada como tasa de descuento en el VAN o como criterio de aceptación en el TIR.

El cálculo de la prima asociada al riesgo suele ser complejo, por lo que, a menudo, se utiliza una tasa de costo de capital o una prima asociada a la rentabilidad esperada de la deuda y los fondos propios, a esto se le conoce como la tasa de costo de capital promedio ponderado CCPP.

#### **1.2.8.5. Modelo de análisis de riesgo integral**

Como lo señala Salas (2015), el riesgo de un proyecto o una empresa depende de dos factores esenciales: el mercado y la dimensión financiera.

Dentro del contexto del mercado intervienen los siguientes elementos como proveedores de riesgo o solidez:

- i. Estabilidad y condiciones del entorno (país y exterior)
- ii. Naturaleza y potencial del mercado
- iii. Calidad y características de los clientes
- iv. Tipo de productos o servicios y diferenciación
- v. Plan y estrategia integral de mercadeo
- vi. Posición competitiva estratégica en el mercado
- vii. Expectativas de crecimiento y éxito futuro

Dentro del espectro financiero intervienen los siguientes factores como condicionantes del riesgo:

- i. Exigibilidad y costo de las fuentes del capital
- ii. Equilibrio entre fuentes y empleo de fondos
- iii. Solidez de la estructura financiera
- iv. Estructura de costos y gastos de operación (fijos-variables)

- v. Nivel y crecimiento de ventas (estabilidad – expectativas)
- vi. Precios y márgenes de contribución y utilidad
- vii. Punto de equilibrio y capacidad de absorción de variaciones en ventas y costos
- viii. Políticas y estructura de capital (financiamiento)

Ambos escenarios de la práctica empresarial, el entorno del mercado y la dimensión financiera, confluyen, se relacionan y producen amenazas que atentan contra la estabilidad futura o proveen oportunidades que generan expectativas favorables.

También estos espectros del mercado y las finanzas, posicionan a la empresa en un contexto, cuya valoración le atribuye fortalezas que permiten un crecimiento estable o debilidades que introducen incertidumbre en sus operaciones futuras.

Por lo tanto, toda evaluación del riesgo, debe segmentar ambas áreas y profundizar en sus factores generadores de riesgo, para luego reunirlos y ponderarlos en una valoración integral del riesgo empresarial.

## **2. CAPÍTULO II: DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA CNFL, S.A.**

En el presente capítulo se expone una descripción general de la empresa, el mercado en el que opera y la problemática que afronta. Esto le permitirá al lector comprender el contexto en que se desarrollará el estudio de viabilidad financiera.

### **2.1. Descripción de la empresa**

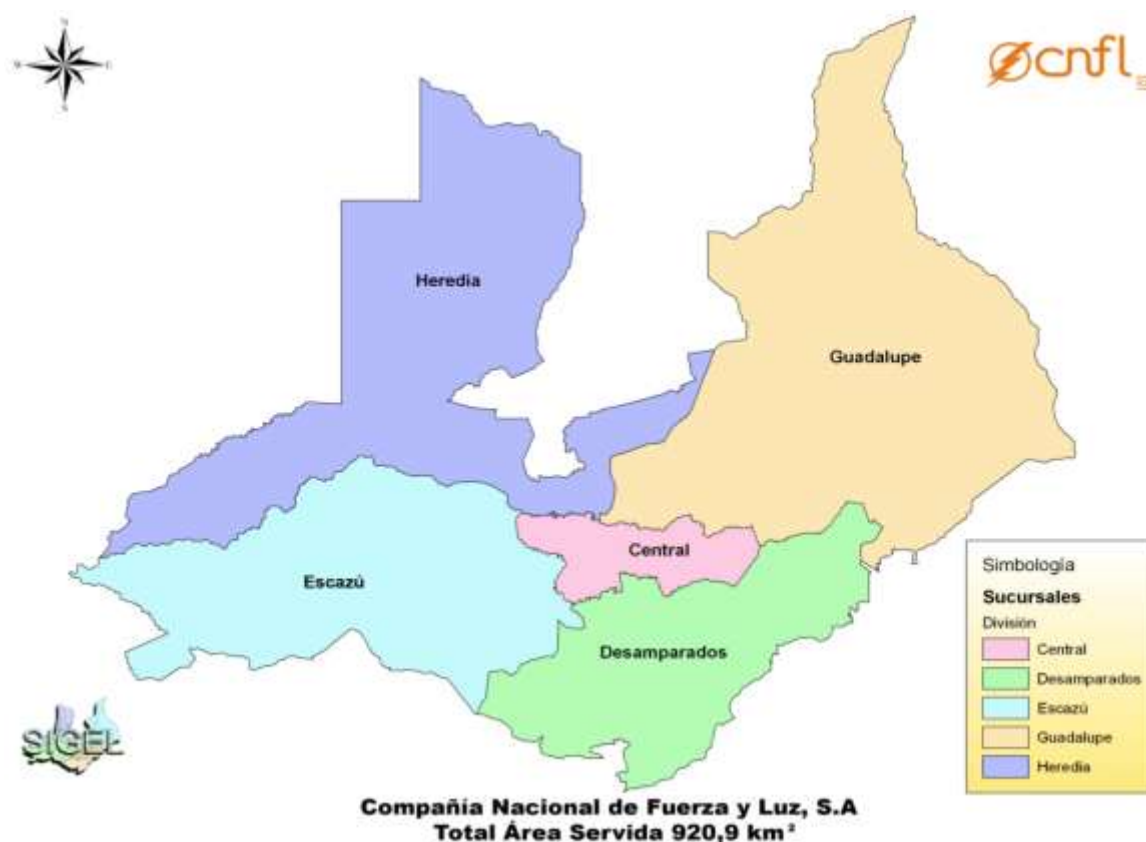
La Compañía Nacional de Fuerza y Luz, S.A., en adelante CNFL, nació en 1941, fruto de un esfuerzo político por nacionalizar los servicios eléctricos a la ciudadanía, con lo que se dejó atrás la propiedad privada y se garantizó la cobertura total, al incluir a los grupos sociales menos favorecidos económicamente.

Es una empresa del sector servicios, que se dedica a la generación, distribución y comercialización de energía eléctrica en la Gran Área Metropolitana, que es su zona servida.

El servicio en forma expedita y la atención pronta de los requerimientos al cliente, forman parte vital del quehacer de la CNFL, al igual que el interés por preservar el planeta con una gestión ambiental responsable interna y externamente.

El área servida de la CNFL, que abarca 920,9 km<sup>2</sup> en toda su área de concesión, constituye aproximadamente 1.8 % del territorio nacional, con una cobertura del 99 %. En la siguiente figura se observa el total del área de la zona servida.

**Figura 5. Área Servida CNFL**



**Fuente:** Sistema de Información Gerencial (2016). CNFL.

### 2.1.1. Historia y generalidades de la CNFL, S.A

El 8 de abril de 1941, en la historia de Costa Rica quedaría plasmado el nacimiento de la CNFL, con el “ejecútese” a la Ley número 2.

La fusión de The Costa Rica Electric Light and Traction Company Limited; Compañía Nacional de Electricidad y Compañía Nacional Hidroeléctrica (o Compañía Electrónica) en Compañía Nacional de Fuerza y Luz, se registró legalmente el 15 de mayo de 1941.

El sustento jurídico para esta fusión se promulgó en la Ley número 2 del 8 de abril de 1941, con el Contrato Ley conocido como Contrato Eléctrico de 1941.

Está legalmente constituida como Sociedad Anónima inscrita en el Registro de la Propiedad y su vigencia está garantizada hasta el año 2107 (Ley 8660, Ley de

Fortalecimiento y Modernización de las Entidades Públicas del Sector Telecomunicaciones, artículo 54, Alcance 31 de La Gaceta 156, del 13 de agosto del 2008).

Con el fin de marcar sus ámbitos de acción y establecer una política de coordinación de esfuerzos, en 1970 el Instituto Costarricense de Electricidad, en adelante ICE y la CNFL suscribieron un Convenio para la Prestación Mutua de Servicios, el cual entró en vigencia el 1 de julio de 1971, con el aval de la Contraloría General de la República.

La CNFL es la principal empresa distribuidora de electricidad en Costa Rica. Para garantizar esa función cuenta con un sistema de distribución formado por 35 subestaciones, 6.705 kilómetros de líneas en operación y 1.499 mega voltio amperios de capacidad instalada en transformadores de distribución.

Para la generación de electricidad se utilizan energías limpias y renovables por medio de las siguientes Plantas Hidroeléctricas:

- i. Planta Hidroeléctrica Daniel Gutiérrez: localizada en la Provincia de Alajuela, cantón de San Ramón, Distrito 8° "Los Ángeles"; 30 Km al norte de la ciudad de San Ramón.
- ii. Planta Hidroeléctrica Brasil: se ubica en la cuenca del Río Virilla, provincia de San José, cantón 9° Santa Ana, distrito 6° Brasil, a 20 Km. de la ciudad capital.
- iii. Planta Hidroeléctrica Cote: construida aproximadamente a 24 km al noreste del Cantón de Tilarán, Provincia de Guanacaste.
- iv. Planta Hidroeléctrica Belén: se encuentra localizada en la provincia de San José, en el cantón 9° Santa Ana, distrito 3° Pozo.
- v. Planta Hidroeléctrica Río Segundo: localizada en la provincia de Alajuela, cantón 1° Central, distrito 9° Río Segundo.
- vi. Planta Hidroeléctrica Anonos: se sitúa en la cuenca del Río Tiribí, provincia de San José, cantón 1° Central, distrito 8° Mata Redonda. Actualmente fuera de operación, por encontrarse en proceso de renovación en su totalidad.
- vii. Planta Hidroeléctrica Electriona: se ubica en la Provincia de San José, Cantón 1°, Distrito 7°.

- viii. Planta Hidroeléctrica Nuestro Amo: establecida en la Provincia de Alajuela, en el Cantón Central, Distrito 5° La Guácima. Debido al evento de inundación, ocurrido en noviembre del 2010 está inhabilitada.
- ix. Planta Hidroeléctrica Ventanas: se encuentra en la Provincia de Alajuela, en el Cantón Central, Distrito 5° La Guácima, por encontrarse en la misma cuenca que la anterior permanece inhabilitada hasta nuevo aviso.
- x. Planta Hidroeléctrica El Encanto: en la Provincia de Puntarenas, Distritos Acapulco y Pitahaya, aproximadamente 3.5 km de la población de Bajo Caliente, aguas abajo sobre el Río Aranjuez.

También se genera energía eléctrica a través del viento:

1. Planta Eólica Valle Central: se ubica en el Distrito de Salitral, cantón de Santa Ana en la Provincia de San José, específicamente en la parte alta de la fila montañosa entre el Cerro Tacuacorí en Corralar, a 1.800 metros sobre el nivel del mar.

### **2.1.2. Cultura Organizacional**

La cultura organizacional cobra sentido en la medida en que la fuerza de esta cultura influye en el comportamiento personal de sus miembros.

Hay organizaciones que son fácilmente reconocidas en el mundo por la fortaleza de sus principios, convicciones y por la forma en que estos se manifiestan en la gente que labora en ellas.

Con el tiempo, la cultura organizacional se va consolidando, porque la organización tiende a atraer y conservar a los individuos que se identifican y aceptan su sistema de valores y creencias.

Se puede afirmar que la cultura de una organización es fuerte, cuando existen características distintivas de la organización a lo largo de su presencia en las distintas ciudades o regiones del país, lo cual es deseable siempre y cuando no se pierda la flexibilidad y la posibilidad de desarrollo que se requerirán siempre ante los nuevos retos.

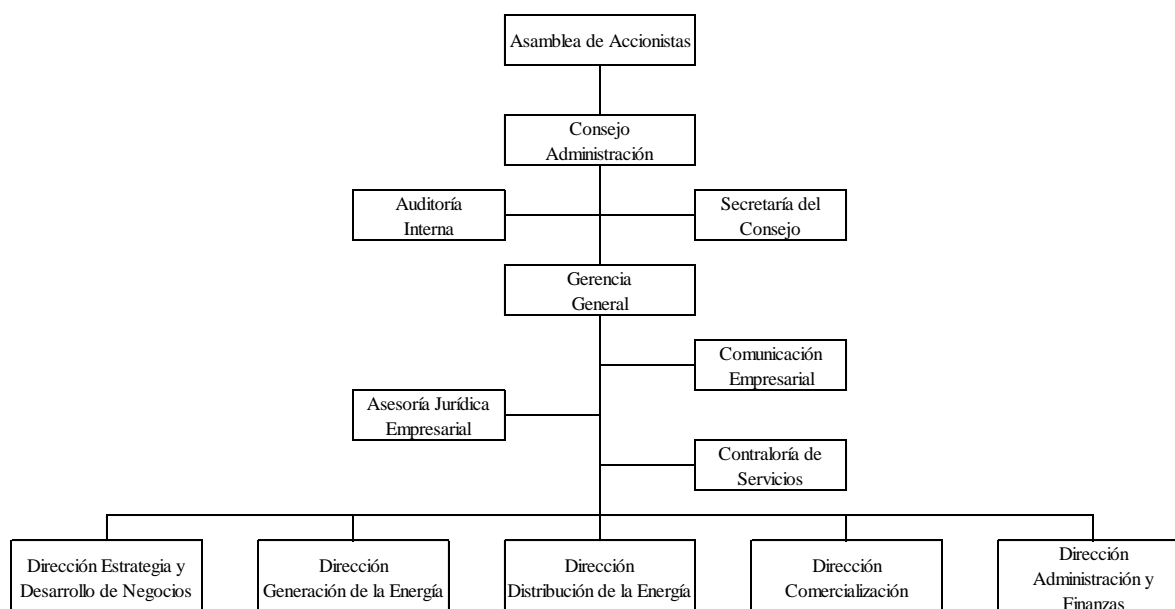
### **2.1.2.1. Estructura organizacional**

En el mes de febrero de 2015, fue aprobada por el Consejo de Administración la propuesta para una nueva estructura organizacional, producto del diagnóstico realizado por la Administración que evidenció la necesidad de optimizar la utilización de los recursos de la empresa por lo que se debía simplificar la estructura organizacional, fortalecer los procesos sustantivos y optimizar las áreas de apoyo, todo con miras en convertir a la CNFL en una empresa competitiva y solvente financieramente.

Para materializar lo anterior, se dio un proceso de análisis interdisciplinario y técnico que permitiera generar una estructura acorde con los retos actuales de la empresa. Este planteamiento se fundamentó, entre otras cosas, en: El Plan Estratégico Institucional, los lineamientos generales de la estrategia del Grupo ICE 2014-2018, propuestas de varias dependencias y colaboradores, una revisión exhaustiva de modelos de organización formulados por la CIER (Comisión de Integración Energética Regional) y la asesoría metodológica de la Escuela de Administración Pública de la Universidad de Costa Rica.

En la siguiente figura se puede apreciar la nueva estructura organizacional que rige en CNFL, está vigente a partir del 1 de marzo de 2015.

**Figura 6. Organigrama CNFL**



**Fuente:** <https://intranet.cnfl.go.cr/index.php/perfil-cnfl/definicion/organigrama-cnfl>. Recuperado el 2 de febrero de 2016.

### 2.1.2.2. Visión

La visión es la imagen presente que se desea tener. La visión permite plantear a partir de un presente real un futuro deseable compartido

La visión declarada por la CNFL es “Ser la empresa líder de distribución eléctrica urbana a nivel nacional y centroamericano al año 2020, enfocada en soluciones acordes con las necesidades de cada segmento de mercado a costos competitivos”

### 2.1.2.3. Misión

La Misión describe el concepto y la naturaleza de una organización; es su razón de ser. Establece lo que se hace hoy, cuál es el mercado o sector al que va dirigido, así como las premisas filosóficas primordiales.

Leonard D. Goodstein, Timothy M. Nolan y J. William Pfeiffer (1999), definen a la Misión como un enunciado breve y claro de las razones que justifican la existencia, propósitos o funciones que la organización desea satisfacer, su base de usuarios o consumidores y los métodos fundamentales para cumplir con este propósito.



La misión declarada de la CNFL es "somos una empresa costarricense del sector energía que trabaja brindando soluciones integrales, para mejorar el desarrollo, bienestar y calidad de vida de nuestros clientes, mediante la prestación confiable de sus servicios, bajo un enfoque sostenible".

#### **2.1.2.4. Valores empresariales**

Las grandes conquistas sociales alcanzadas por la clase trabajadora, demandan que las instituciones públicas y su personal, tengan conciencia del deber de seguir construyendo una mejor Costa Rica para todos: una Costa Rica de derecho, equitativa, igualitaria y solidaria.

Algunas compañías nacionales, como muchos las recuerdan, surgieron como parte de las luchas sociales de grandes líderes y pensadores costarricenses, de este modo la CNFL nació en 1941, producto de esos idealistas que soñaban con un servicio eléctrico nacionalizado de alta calidad y a costo razonable; un servicio accesible para todos sin distinciones de clase social. Estos ciudadanos forjaron con sus puños y sudor el desarrollo de una Costa Rica próspera, una patria buena para sus hijos, fundamentada en los más nobles y profundos ideales.

La esencia social con que fue creada la CNFL está comprometida con la transparencia y excelencia, al generar, distribuir y comercializar energía eléctrica con un modelo responsable y sostenible, que responde proactivamente a los desafíos sociales, ambientales y económicos de Costa Rica.

La CNFL tiene un “Código de Ética y Conducta” que prevalece y constituye una herramienta indispensable para la aplicación de los valores en cada una de las actividades que desarrollan sus colaboradores, estos valores seleccionados por el mismo personal pretenden fortalecer cada ámbito de la persona:

**Cuadro 1. Ejes código de ética y conducta**

<b>PLENITUD LABORAL</b>	<b>PLENITUD HUMANA</b>	<b>PLENITUD CIUDADANA</b>
Trabajo en equipo	Disciplina	Construcción del bien común

Cultura de servicio	Superación	Formación de la conciencia
Excelencia	Responsabilidad	Sentido patrio
Transparencia	Autodominio	
	Respeto	

**Fuente:** <https://intranet.cnfl.go.cr/index.php/perfil-cnfl/definicion/valores-cnfl>. Recuperado el 2 de febrero de 2016.

El “Código de Conducta”, contiene un apartado que es una guía sobre la forma en que se puede actuar para lograr la aplicación de los valores en el ejercicio de las tareas cotidianas, como también los “Compromisos” que se deben cumplir para aplicar los valores en el quehacer de la empresa, finalmente incluye la “Declaración de Principios y Valores”

Valores empresariales de la CNFL son:

**i. Trabajo en equipo**

Unir esfuerzos, conocimientos y experiencias que permitan alcanzar los objetivos. Para lograrlo es necesario el compañerismo, como vínculo de armonía, comprensión, respaldo, trato digno y confianza entre las personas; la cooperación y trabajar en conjunto para un mismo fin. Brindar un buen servicio mediante la correcta comunicación e intercambio de conocimientos, y tener un espíritu de colaboración para contribuir con los demás y forjar una mejor empresa.

**ii. Cultura de servicio**

Se percibe y se transmite en el comportamiento de las personas. Por ello, debe promoverse el trabajo conjunto que sea útil a la sociedad, que se realice con buen trato, atienda las necesidades de una forma óptima y brinde un servicio de calidad.

**iii. Excelencia**

La excelencia consiste en trabajar en equipo y alcanzar resultados beneficiosos. Se logra mediante: el compromiso para conseguir la meta, la perseverancia para lograr la mejora continua en el desempeño, la eficacia para obtener los resultados deseados en el menor tiempo y la eficiencia para lograr un resultado y optimizar los recursos.

**iv. Transparencia**

Es el deber de actuar con apego a la legalidad y a la ética mediante la rendición de cuentas. Para ser transparentes se necesita proceder con integridad, ser personas completas, cabales y correctas en todo momento y lugar, actuar con honradez, respeto a la dignidad propia y no por una imposición.

## **2.2. Descripción del servicio**

Para que la energía llegue al consumidor final de CNFL, ya sea industrial, comercial o residencial necesita pasar por todo un proceso desde su generación hasta la comercialización. Este proceso se describe a seguidamente:

1. **Generación:** Proceso por el cual se produce energía eléctrica, las centrales que posee CNFL son hidroeléctricas (agua) y eólicas (aire).
2. **Transmisión:** Proceso por el cual se transporta la energía eléctrica desde las centrales de generación hasta subestaciones, a través de cables y torres.
3. **Distribución:** Proceso por el cual se lleva o transporta la energía desde la entrada de las subestaciones al punto de conexión del usuario final, el cual puede ser comercial, industrial o residencial, este transporte también es a través de redes de menor tamaño o de manera subterránea.
4. **Comercialización:** Proceso de compra y venta de energía, lectura del medidor, emisión y entrega de facturas, recaudo y atención de servicio al cliente.

## **2.3. Proveedores**

Únicamente las cooperativas de electrificación rural y las empresas municipales pueden vender la energía que generen directamente a los clientes de su área de concesión.

Actualmente presentan problemas de suministro porque no se les autoriza un aumento en el precio de la energía que compense el aumento en la tarifa implementada por el ICE.

El Ministerio de Ambiente, Energía y Mares, MINAE, es el órgano del Estado responsable de formular y coordinar las políticas y programas relativos al sector eléctrico, ambiental, hídrico, hidrocarburos, minas y telecomunicaciones. La Dirección Sectorial de Energía es el departamento que regula el sector energético.

El ICE es el actor principal en el sector eléctrico en Costa Rica. Se trata de una empresa estatal que brinda servicios de electricidad y telecomunicaciones, desarrolla las fuentes productoras de energía del país, especialmente los recursos hidráulicos, y posee la mayor capacidad de plantas generadoras. El ICE se encarga de establecer los parámetros a seguir por las unidades generadoras conectadas al Sistema Eléctrico Nacional, manejar la red de transmisión y distribuir alrededor del 40 % de la energía eléctrica.

La generación de electricidad en Costa Rica la realizan ocho empresas de servicio públicos y una treintena de generadores privados. Las empresas públicas encargadas de la generación son: el ICE, la CNFL; la Junta Administradora del Servicio Eléctrico de Cartago (JASEC), la Empresa de Servicios Públicos de Heredia (ESPH), la Cooperativa de Electrificación de San Carlos(COOPELESCA), la Cooperativa de Electrificación Rural de Guanacaste(COOPEGUANACASTE), Cooperativa Alfaro Ruiz (COOPEALFARO) y la Cooperativa de Electrificación Rural Los Santos (COOPESANTOS S.R.L.).

La distribución y comercialización de energía eléctrica en Costa Rica es responsabilidad de las mismas ocho empresas de servicio público que se ocupan de la generación, no hay participación de empresas privadas. Al ICE le corresponde un 38 % de la energía distribuida en el país; a la CNFL, el 41 %; a la Empresa de Servicios Públicos de Heredia (ESPH) y a la Junta Administrativa del Servicio Eléctrico de Cartago (JASEC), un 6 % a cada una; a COOPEGUANACASTE el 4 %; a COOPELESCA otro 4 %, y a COOPESANTOS un 1 %; la participación de COOPEALFARO en materia de distribución es marginal. Las zonas remotas no cubiertas por redes de empresas de distribución, se abastecen mediante paneles solares y otros sistemas implantados por el ICE.

El papel del distribuidor como intermediario en la energía es de vendedor único en su zona de atención, y el costo de compra de la energía al Sistema de Generación es trasladado directamente a las tarifas del Sistema de Distribución. Desde el año 2013 se aplica una metodología para reconocer trimestralmente el impacto de los combustibles en las tarifas, previo ajuste de la tarifa de generación para no duplicar dicho impacto.

Este traslado a tarifas no genera pérdidas económicas, ni riesgos financieros para las empresas distribuidoras, ya que al fijarse las tarifas considerando el principio regulatorio de

“Servicio al Costo”, las mismas incluyen el costo de generación de la electricidad que se distribuye.

El sector eléctrico costarricense no cuenta con una Ley General de Electricidad para todos los actores del sector, sino una gran cantidad de leyes para los diferentes actores particulares involucrados. El marco legal está compuesto por la siguiente normativa:

- Ley N° 449: Ley de Creación del Instituto Costarricense de Electricidad, de abril de 1949.
- Ley N° 7593: Ley de Creación de la Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos, de agosto de 1996.
- Decreto Ejecutivo # 25903- MINAE-MOPT, Reglamento a la Ley N° 7593: Reglamentación del poder ejecutivo a la ley de la Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos, febrero 1997
- Ley N° 7200: Ley de Generación Autónoma o Paralela, octubre 1990. Reformada por Ley N° 7508, de mayo de 1995.
- Reglamento a la Ley N° 7.200: Reglamento del Poder Ejecutivo a la Ley de Generación Autónoma o Paralela, abril 1991.
- Ley N° 8345: Participación de las Cooperativas de Electrificación Rural y de las Empresas de Servicios Públicos Municipales en el Desarrollo Nacional, marzo 2003.
- Ley N° 7152: Ley Orgánica del Ministerio del Ambiente y Energía y Telecomunicaciones, junio 1990.
- Ley N° 8723: Ley Marco de Concesión para el Aprovechamiento de las Fuerzas Hidráulicas para la Generación Hidroeléctrica, mayo 2009.
- Ley N° 5961: Declara interés público Recursos Geotérmicos, diciembre 1976.

La CNFL, en promedio, le compra al ICE el 90 % de la energía que comercializa, el restante 10 % es obtenida mediante generación propia, como se muestra en la siguiente cuadro.

## **Cuadro 2. Composición de la energía**

Año	Generada 1/		Comprada 1/	
	GWh	%	GWh	%
2011	340,2	9,22	3.350,1	90,78
2012	337,5	8,99	3.415,4	91,01
2013	344,2	9,14	3.422,6	90,86
2014	372,5	9,84	3.412,6	90,16
2015	439,5	11,38	3.421,2	88,62
<b>Promedio</b>	<b>366,8</b>	<b>0,10</b>	<b>3.404,4</b>	<b>0,90</b>

**Fuente:** Sistema de Información Gerencial (2016). CNFL.

Por mes, la CNFL le paga al ICE, en promedio, ¢20.000 millones por compra de energía para abastecer a sus casi 536.000 abonados, entre hogares y empresas, en la Gran Área Metropolitana.

## 2.4. Clientes

La CNFL tiene, al 31 de enero de 2016, un total de 535.754 clientes, como se muestra en el siguiente cuadro.

**Cuadro 3. Sectores de consumo**

Sector	Clientes		Consumo kWh	
	Cantidad	%	Cantidad	%
Residencial	465.139	86,82	112.677.246	40,40
Comercial	69.544	12,98	124.985.568	44,81
Industrial	1.071	0,20	41.246.600	14,79
<b>Totales</b>	<b>535.754</b>	<b>100,00</b>	<b>278.909.414</b>	<b>100,00</b>

**Fuente:** Sistema de Procesamiento Comercial, CNFL.

Como se muestra en el cuadro anterior, el 86,82 % del total de clientes pertenecen al sector residencial (465.139), sin embargo, el sector comercial es el que registra el mayor consumo de energía (44,81 %).

## 2.5. Competencia

Costa Rica cuenta con abundantes recursos naturales renovables que son utilizados con fines energéticos (hidroeléctrica, solar, eólica, geotermia). Actualmente, la producción nacional de electricidad se realiza en más de un 90 % con recursos no fósiles, pero el objetivo hacia el futuro es el total autoabastecimiento con recursos renovables. Durante los

últimos años, ha sido posible observar importantes cambios en las tecnologías disponibles y en las políticas energéticas, mediante los cuales el gobierno pretende incentivar inversiones en energías renovables para la generación de electricidad.

En el sector eléctrico, la región centroamericana ha experimentado un proceso de importantes reformas desde hace más de treinta años. A finales de los 80, al permitir la entrada de empresas privadas, se produjeron profundos cambios en el sector en varios países de la región. A pesar de esto, en Costa Rica la apertura se dio en forma limitada a partir de 1990, al permitir mediante la Ley 7.200 que las empresas privadas contribuyeran en un máximo del 15 % de la potencia eléctrica del Sistema Eléctrico Nacional (SEN).

Según la normativa actual, el aporte de la generación privada podría llegar a representar hasta un 30 % de la capacidad instalada total, aunque en la actualidad ese componente privado no supera el 21 % del total. Sin embargo, si se consideran todos los proyectos ya adjudicados y pendientes de ejecución, se calcula que existe un margen para aproximadamente 70 MW de generación privada. Debido al bajo nivel de apertura, el sector se basa en un modelo de mercado no competitivo.

Con el objetivo de ampliar el número de proyectos privados de generación eléctrica de cierta envergadura, se encuentra en discusión en la Asamblea Legislativa un proyecto de Ley sobre Contingencia Eléctrica, aunque se trata de una engorrosa discusión y no existen estimaciones para la fecha de su aprobación. El proyecto de ley estipula un aumento del porcentaje de participación de la inversión privada en un mercado cuasi monopolístico, que maneja el ICE. El proyecto pretende reducir los costos de la electricidad en el país y mejorar la competitividad general de la economía.

El sector de generación eléctrica en Costa Rica está regulado por la Ley N° 7.593 de la ARESEP. El ICE, es el mayor generador del país y funciona como comprador único de la energía generada, pues -según su ley de creación- es el responsable de satisfacer la demanda de energía eléctrica nacional.

El actor estatal dominante en el sector es el ICE, que se encarga de redactar planes estratégicos nacionales a medio y largo plazo para el desarrollo del sector eléctrico. Una de sus responsabilidades es garantizar el equilibrio entre la oferta y la demanda de electricidad.

En el año 2012, se publicó el Plan de Expansión de Generación Eléctrica (PEG) 2012-2024, donde se establecen los objetivos prioritarios para los próximos 12 años:

- **Proyectos hidroeléctricos de gran tamaño** (Reventazón, Diquís, Pacuare y Savegre).
- **Fomento de la diversificación del parque de generación**, cuando se extienda el acceso a otras fuentes y el desarrollo tecnológico permita la explotación de nuevas opciones.

La interconexión eléctrica de la región centroamericana supone un importante factor de tracción en el país en el sector energético. La línea SIEPAC (Sistema de Interconexión Eléctrica de los Países de América Central), recientemente finalizada, constituye un gran impulso a la integración eléctrica centroamericana. Con la posibilidad de mayores volúmenes de traslado de energía, el Mercado Eléctrico Centroamericano (MEC) se desarrolla a buena velocidad.

La CNFL es la principal empresa distribuidora de electricidad en Costa Rica. Sus redes de distribución cubren 920,9 Km<sup>2</sup> (con un nivel de cobertura eléctrica del 99,99 %) del Gran Área Metropolitana, que es donde se concentra la mayor parte de la población, la vida institucional, las principales actividades comerciales y productivas del país.

La legislación protege a la CNFL contra posibles competidores que deseen ingresar en el sector mediante la Ley 7593 de la Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos.

## **2.6. Aspectos tarifarios**

La fijación de tarifas para el ICE y su sistema de generación está regida por la Ley N°7.593, que establece que las tarifas que fije la ARESEP se basarán en el principio de servicio al costo, definido como el “principio que determina la forma de fijar las tarifas y los precios de los servicios públicos, de manera que se contemplen únicamente los costos necesarios para prestar el servicio, que permitan una retribución competitiva y garanticen el adecuado desarrollo de la actividad” (artículo 3.b).

La metodología tarifaria general se basa en calcular un costo promedio contable, al cual se le adiciona un porcentaje de utilidad, llamado también “rédito para el desarrollo”. En la



práctica esta metodología implica igualar los ingresos con los costos económicos (que suma a los costos puramente contables, una utilidad razonable y justa acorde con el capital invertido). Los gastos comprenden además los gastos de operación y mantenimiento, el correspondiente a la depreciación, los gastos administrativos y cualquier otro asociado al suministro efectivo del servicio público, con el principio de que todo gasto incluido en el cálculo de tarifas debe ser útil y utilizado; es decir, necesario para el suministro efectivo del servicio público de que se trata y tratarse de un gasto efectivamente realizado. Las empresas distribuidoras están obligadas por ley a presentar al menos un estudio tarifario al año, en el cual se incluye una justificación detallada de cada uno de los rubros señalados anteriormente.

En abril de 2012 entró en vigencia, mediante la Resolución RJD-017-2012, la metodología de ajuste extraordinario de las tarifas del servicio de electricidad, producto de las variaciones en el costo de los combustibles utilizados en la generación térmica, conocida como CVC (Costo Variable por Combustible). La aplicación efectiva de esta metodología tarifaria se dio a partir del 1° de enero del 2013.

El primer objetivo de esta metodología es enviar señales de precios oportunas, de manera que el precio refleje lo más rápido posible las variaciones en el costo de generar electricidad con combustibles, dependiendo de la estación, (seca o lluviosa). El segundo objetivo es permitir el equilibrio financiero del ICE, único generador con plantas térmicas en el país, al posibilitarle obtener mediante el reconocimiento del CVC un flujo de ingresos acorde con su nivel de gastos.

El ajuste por CVC pretende reembolsar al ICE el costo total incurrido en combustibles para generación térmica, sin margen alguno, o devolverle a los usuarios excedentes cobrados en las tarifas por ese mismo concepto. Así, el ICE Generación le venderá potencia y energía a las distribuidoras mediante un esquema en el que el CVC se factura separadamente y sin margen, en tanto, estas últimas lo facturarán a sus clientes finales de la misma forma, esto es, separadamente y al costo. Éste debe adicionarse a la tarifa regular, que no incluye costos por combustibles. Con ese fin, se estima un factor de ajuste que se incorpora a las tarifas sin CVC para obtener la tarifa total.

En el caso de los generadores privados, igualmente se aplica el principio de servicio al costo, y la única diferencia que se presenta es a nivel de la metodología.

El 26 de abril del 2010, la Junta Directiva de la ARESEP aprobó, mediante Resolución RJD-004-2010, el “Modelo y estructura de costos típica de una planta modelo de generación de electricidad con bagazo de caña” para la venta al ICE, y la respectiva fórmula de ajuste extraordinaria. En este modelo se estiman los costos promedio de una planta modelo de generación de electricidad con bagazo de caña, con una capacidad de 20 MW, en condiciones propias o similares a las plantas de este tipo en Costa Rica. Dicha empresa modelo tiene como objetivo contar con un esquema de referencia para establecer una tarifa que sea la más favorable para el público consumidor, dentro del principio de costo evitado de inversión y operación del Sistema Nacional Interconectado.

En mayo del 2010, mediante resolución RJD-009-2010, la ARESEP establece una metodología de fijación de tarifas para generadores privados existentes. Este modelo tarifario consta de cinco variables esenciales: la inversión unitaria promedio por kW instalado, los costos de explotación unitarios promedios por kW, el factor promedio de antigüedad de las plantas, el costo de capital y el factor de planta o factor de carga.

Las tarifas que resultan de esta metodología se aplican a las transacciones que surjan de la aplicación de nuevos contratos entre el ICE y un generador privado hidroeléctrico al amparo del Capítulo I de la Ley N° 7.200, una vez que han vencido los contratos originales y las partes decidan renovar, ampliar los contratos originales o suscribir un nuevo contrato de compraventa de energía eléctrica.

En agosto del 2011, mediante Resolución RJD-152-2011, se estableció la “Metodología tarifaria de referencia para plantas de generación privadas hidroeléctricas nuevas”.

Este modelo tarifario establece una banda tarifaria que permite al ICE ofrecer precios de compra de electricidad con los cuales el oferente pueda obtener ingresos suficientes para cubrir sus costos de operación, recuperar la inversión realizada y obtener una rentabilidad razonable para el nivel de riesgo asociado con la actividad.

Asimismo, se aprueba en noviembre del 2011, mediante Resolución RJD-163-2011, la fijación de una banda tarifaria para todos los generadores privados eólicos nuevos que firmen un contrato para la venta al ICE al amparo del capítulo I de la Ley N° 7.200 u otros compradores debidamente autorizados por ley.

En el caso de los generadores que operan bajo los proyectos BOT, capítulo II de la Ley N° 7.200 o Ley N° 7.508, las tarifas son definidas como resultado del proceso licitatorio, dado que la selección se realiza sobre la base del costo de la energía.

Es importante señalar que en ambos casos la remuneración de la capacidad se establece solamente a nivel de la estructura de la tarifa, como un componente dentro del esquema de remuneración de los ingresos totales permitidos. Lo que predomina es la determinación del ingreso anual, a partir del cual se estructura el esquema de remuneración en los componentes de energía y potencia.

### **2.7. Aspectos normativos relacionados con la inversión y el abastecimiento**

Sólo las cooperativas de electrificación rural y las empresas municipales pueden vender la energía que generen, de forma directa a los clientes de su área de concesión.

La Ley N° 8.345, publicada en el diario oficial La Gaceta N° 59 de marzo del 2003, autoriza a los consorcios cooperativos y a las empresas de servicios públicos municipales para que generen, distribuyan y comercialicen energía a usuarios ubicados en el área geográfica de cobertura definida en su concesión. Además, las autoriza a suscribir entre ellas, con otras empresas públicas y municipales, convenios de cooperación, inversión y operación conjunta.

Toda empresa que desee generar electricidad con base en la fuente hídrica, debe obtener una Concesión de Aprovechamiento de Fuerzas Hidráulicas para Generación Eléctrica del Ministerio de Ambiente, Energía y Marea (MINAE), según lo establece la Ley N° 8.723 publicada en La Gaceta N° 87 del 7 de mayo de 2009. Adicionalmente, debe obtener una Concesión de Servicio Público de Generación emitida por la ARESEP, ente regulador, mediante la cual se autoriza la prestación del servicio público de generación de electricidad a un productor privado.

En el 2012 entró a regir el Procedimiento de Selección de Proyectos de Generación para Venta de Electricidad al ICE (La Gaceta N° 11 del 12 de abril de 2012), el cual inicia con una convocatoria, ya sea cuando existe espacio disponible dentro del límite autorizado por la Ley N° 7.200 o cuando hayan transcurrido al menos dieciocho meses desde la anterior contratación.

Todo participante deberá contar, como requisito previo, con una elegibilidad aprobada y vigente para participar en el concurso. Esta elegibilidad es otorgada por la Gerencia de Electricidad del ICE y tiene una vigencia de dos años. Según el citado procedimiento, el ICE convoca a concurso mediante publicación en el diario oficial y en otro de circulación nacional; las ofertas recibidas se analizan y se seleccionan aquellas que cumplan con todos los requisitos establecidos. Dentro de un plazo de dos meses, a partir de la fecha del cierre del período de recepción de solicitudes, se publican los resultados de la convocatoria indicando los proyectos que han sido seleccionados.

Los precios de compra y venta de energía eléctrica para el ICE, las empresas distribuidoras y para los otros agentes, salvo lo indicado en la Ley N° 7.508, son fijados por la ARESEP y tienen implícitos criterios de calidad, confiabilidad y seguridad, además de una rentabilidad adecuada para el desarrollo y expansión de la actividad eléctrica.

## **2.8. Situación financiera actual**

La CNFL en la actualidad atraviesa una situación financiera difícil, según los estados financieros auditados, en el periodo 2014 reportó pérdidas por el orden de los ¢42.549.489 que significan una variación de -1.162 % con respecto al periodo 2013.

### **2.8.1. Diagramas de estructura financiera**

Con base en los últimos estados financieros auditados, se presenta un análisis sobre la estructura financiera y riesgo, presentes en la CNFL evaluando los periodos 2013 y 2014.

#### **Figura 7. Diagrama de estructura financiera**

**COMPAÑÍA NACIONAL DE FUERZA Y LUZ, S.A.**  
**DIAGRAMAS DE ESTRUCTURA FINANCIERA**

Período 2014	
ALP 93,20%	PAT 53,43%
	PLP 31,64%
	PCP 14,93%
ACP 6,80%	

Período 2013	
ALP 90,92%	PAT 57,81%
	PLP 31,46%
	PCP 10,72%
ACP 9,08%	

Razón Circulante: **0,46**

Razón Circulante: **0,85**

Activo L.P Financiado:  
 Patrimonio **57,3%**  
 PLP **34,0%**  
 PCP **8,7%**

Activo L.P Financiado:  
 Patrimonio **63,6%**  
 PLP **34,6%**  
 PCP **1,8%**

Activo Circ. Financiado:  
 PCP **100,0%**

Activo Circ. Financiado:  
 PCP **100,0%**

**Fuente:** Análisis propio con base en estados financieros auditados.

En la figura anterior se presentan diagramas de la estructura financiera de CNFL, en el cual se puede observar que para el año 2013, se cumple únicamente la primera regla de solidez, ya que el activo largo plazo (ALP) es financiado en más del 60 % con aportes propios, a pesar de tener un leve porcentaje financiado con pasivo corto plazo (PCP). La segunda regla no se cumple, ya que todo el activo corto plazo (ACP) es financiado en un 100 % con PCP. En consecuencia, posee una solidez levemente alta. Para el periodo 2014, ninguna de las reglas de solidez se cumple, por lo tanto presenta solidez baja.

La solidez financiera nace de un principio esencial de las finanzas que indica que toda inversión debe financiarse con una fuente cuyo vencimiento debe estar acorde con el periodo de recuperación del activo. Esto se aplica a todo el balance de la empresa para medir el equilibrio completo entre activos y fuentes de pasivo y patrimonio

## 2.8.2. Potencial de absorción de riesgo (PART)

El análisis del riesgo bajo la óptica financiera consiste en una evaluación de la estructura de costos y gastos de la empresa, junto con sus volúmenes de ventas y margen de contribución.

La finalidad de esta etapa se orienta a medir el potencial y la capacidad de la empresa o proyecto para absorber incrementos en sus costos y gastos, o bien, asumir reducciones en sus volúmenes de ventas antes de generar pérdidas.

Esta fase se relaciona directamente con el concepto del punto de equilibrio del negocio, que determina el volumen de actividad necesario para cubrir todos los costos y gastos de su operación y que su utilidad sea cero.

**Figura 8. Potencial de absorción de riesgo 2013 - 2014**

Costos variables (en colones)			Costos fijos y gastos financieros (en colones)		
	2014	2013		2014	2013
Ventas	333.305.588	337.977.864	Ventas	333.305.588	337.977.864
Costos variables			Costos fijos y gastos financieros		
Compra energía	238.185.233	243.572.072	Distribución y transmisión	18.214.711	17.611.357
Generación hidráulica	10.641.274	12.880.854	Gastos administrativos y de ventas	39.304.207	35.689.219
<b>Total costos variables</b>	<b>248.826.507</b>	<b>256.452.926</b>	Gastos de alumbrado público	2.199.037	1.778.163
MCT	84.479.081	81.524.938	Gastos de investigación y desarrollo	6.341.774	5.359.060
			Gastos depreciación	17.309.353	15.862.455
% MC	25,35%	24,12%	Gastos financieros	43.899.670	6.581.741
			<b>Total costos fijos + gastos financieros</b>	<b>127.268.752</b>	<b>82.881.995</b>
<b>Potencial de absorción de riesgo</b>	<b>0,66</b>	<b>0,98</b>	<b>% CFGF</b>	<b>38,18%</b>	<b>24,52%</b>

**Fuente:** Análisis propio con base en estados financieros auditados.

Para los periodos 2014 y 2013, la CNFL presenta un PART inferior a uno, lo que indica que el margen de contribución no cubre a los costos fijos y gastos financieros y, por lo tanto, existirán pérdidas. Los incrementos en los costos fijos y gastos financieros han sido tan altos, que generaron pérdidas.

El punto de equilibrio se habría alcanzado en 2013, con un volumen de ventas de C\$343.603.814, que constituye un incremento del 1,66 % de las ventas originales, en 2014 se habría alcanzado con un volumen de ventas de C\$502.128.879, con un incremento de 50,65 % de las ventas del periodo.

### **2.8.3. Situación financiera**

En los análisis anteriores se logra mostrar la baja solidez que posee la empresa y que se carece de un equilibrio en el negocio, es decir, no existe un volumen de actividad necesario, lo que eventualmente desencadena en pérdidas como sucedió en los periodos 2013 y 2014, se proyecta que hasta 2016 muestre mejorías en cuanto a resultados financieros.

Entre el periodo 2013 y 2014, el ICE y CNFL pactaron tres arreglos de pago por concepto de compra de energía, por un monto de ¢47.000 millones. Ambas empresas públicas firmaron un convenio, en el 2014, que permitió a la Compañía trasladar la cancelación de una factura por compra de energía por ¢19.000 millones para el año 2015. El 90 % de la energía que comercializa CNFL es comprada al ICE y esa compra representa para los periodos 2014 y 2013 un 75 % y un 76 % de los costos totales de operación respectivamente.

El deterioro registrado en los estados financieros de la empresa está explicado en un 72 %, por una deuda pendiente de pago con el ICE por compra de energía. El resto se atribuye a un resultado operativo negativo. La CNFL estableció un plan de acción desde el año pasado, con el fin de mejorar su situación financiera.

La difícil situación financiera que atraviesa CNFL se debe, principalmente, a la inversión en la planta hidroeléctrica Balsa Inferior. Este proyecto concluyó el año 2014 y significó una inversión final de ¢167.000 millones. La previsión original era de ¢65.000 millones. Para financiar la obra, la compañía pactó créditos con bancos locales y externos, y emitió títulos de deuda.

Tal situación generó un deterioro en el flujo de caja de la CNFL que la obligó a pedir ayuda al ICE para enfrentar el pago de deudas con sus acreedores.

En febrero de 2015, la compañía anunció una estrategia para salir de la crisis, a través de un pacto social, que incluyó la salida de funcionarios a través de movilidad laboral, recorte de gastos y otros. Con dicha acción, la empresa espera obtener ahorros significativos en gastos administrativos como resultado de la implementación del pacto social mencionado. Dichos ahorros, en 2015, fueron por el orden de ¢8.000 millones, pero, todavía no alcanza

el equilibrio financiero. La Administración espera que dichas acciones apunten a alcanzar el equilibrio financiero en el año 2017. Sin embargo, se requiere de aumentos en las tarifas, mismas que si no se aprueban, no podrán hacer frente a sus acciones.

La ARESEP aprobó un aumento de 18 % en las tarifas de electricidad, pese a que la CNFL solicitó 35 %. Esto porque la ARESEP no reconoció gastos de beneficios de empleados y publicidad, entre otros.

Se mostró que la CNFL atraviesa una situación financiera complicada y que para lograr revertir la situación y mejorar las expectativas, deberá realizar estrategias con el fin de reducir costos operativos, renegociar las deudas e incursionar en nuevos negocios no regulados mediante tarifa. También se espera el ingreso del P.H Balsa Inferior, lo que implica menor compra de energía eléctrica al ICE.

Sin duda alguna, la implementación de este tipo de estrategias generará grandes ahorros en gastos operativos y financieros, así como la inyección de recursos frescos que permitan lograr resultados positivos y por ende salir de la crisis financiera que actualmente se encuentra.



### **3. CAPÍTULO III: ESTUDIO DE MERCADO**

#### **3.1. Cliente o beneficiario**

En la dimensión ambiental, el sector de energía encara el reto formidable de contribuir con un desarrollo económico cada vez más bajo en emisiones de gases de efecto invernadero. Se debe tener en cuenta que el sector energía produce cerca del 80 % de la emisión total de gases de efecto invernadero del país.

Costa Rica no tiene otra opción que sumarse a los esfuerzos globales por revertir las tendencias del cambio climático, ya que -dada su magnitud e intensidad-, no sólo están golpeando fuertemente a las poblaciones y las economías de todos los países, sino que, también, están amenazando la vida misma en el planeta.

Es por este motivo que la Compañía Nacional de Fuerza y Luz pretende brindarles a sus clientes del sector residencial, bombillos LED de alta eficiencia, que generen no solo ahorros económicos en su hogar, sino también contribuyan a nivel país a bajar el consumo de energía eléctrica, y de esta manera, contribuir a la meta país de carbono neutralidad para 2021.

Los beneficiarios serán aquellos usuarios de energía eléctrica del área servida por CNFL que tengan a su nombre el servicio del suministro eléctrico de su hogar.

#### **3.2. Mercado actual y proyectado**

Se necesita cuantificar la necesidad actual y su probable comportamiento futuro, que justifique poner en marcha la venta de bombillos LED al sector residencial de la CNFL.

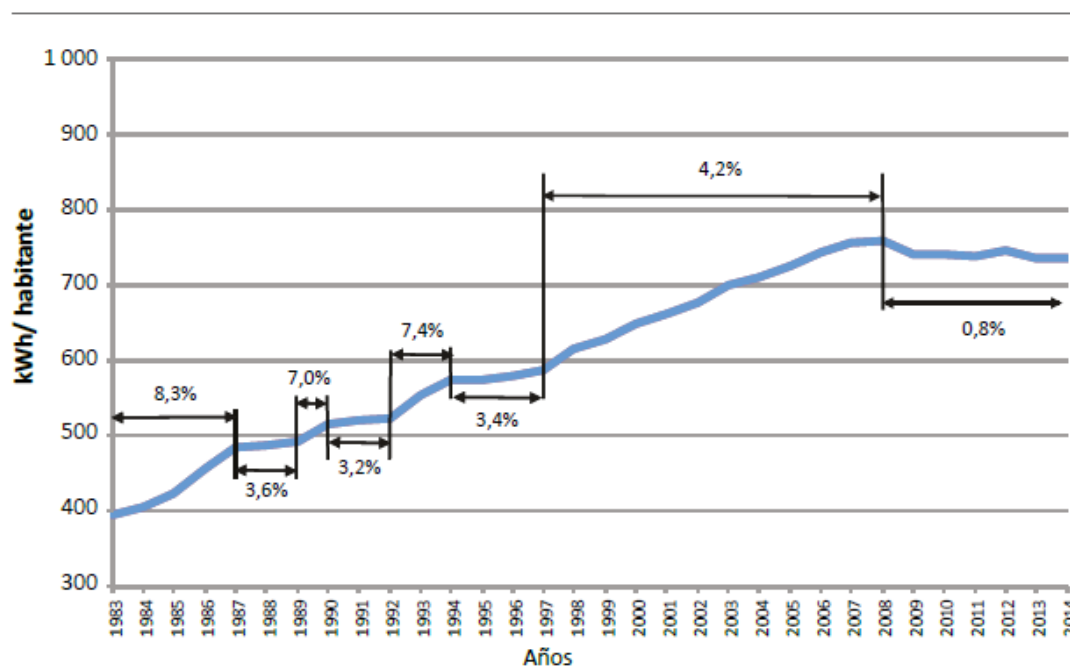
Las estimaciones globales por año del consumo de energía eléctrica en el sector residencial se estima en alrededor de 3 994 giga watt hora (GWh), dicho consumo se concentra en las áreas urbanas del país. Alrededor del 75 % de las viviendas son cubiertas por el servicio eléctrico que brindan el ICE y la CNFL, S.A. Las estimaciones del consumo promedio mensual de energía eléctrica por vivienda alcanza un total de 253,11 kW/h, con diferencias según estrato: área urbana (271,23 kW/h por mes) y área rural (200,46 kW/h por mes).

El consumo de energía se origina en la necesidad de generar servicios útiles para la sociedad que se pueden clasificar según sus usos, tales como iluminación, refrigeración,

cocción de alimentos, entre otros. En Costa Rica se han realizado encuestas para la identificación y cuantificación de esos usos en los diferentes sectores. De acuerdo con la más reciente encuesta de consumo en el sector residencial (Dirección Sectorial de Energía, 2013), los usos más importantes en ese sector son: refrigeración, entretenimiento, calentamiento de agua, cocción de alimentos e iluminación. En el sector de comercio y servicios predominan los motores, aires acondicionados, iluminación, equipo de oficina y refrigeración, de acuerdo con la encuesta (Dirección Sectorial de Energía, 2014), mientras que en el sector industrial los usos dominantes son la generación de fuerza mediante los motores eléctricos, refrigeración, aire comprimido, producción de calor, aire acondicionado e iluminación (Dirección Sectorial de Energía, 2014).

En el gráfico 1 se muestra que el consumo per cápita eléctrico del sector residencial de Costa Rica, desde 1983, ha mostrado periodos de alto crecimiento alternados con periodos de bajo crecimiento.

**Gráfico 1. Costa Rica: evolución del consumo eléctrico residencial per cápita y tasas de crecimiento anual para varios periodos, 1983-2014.**

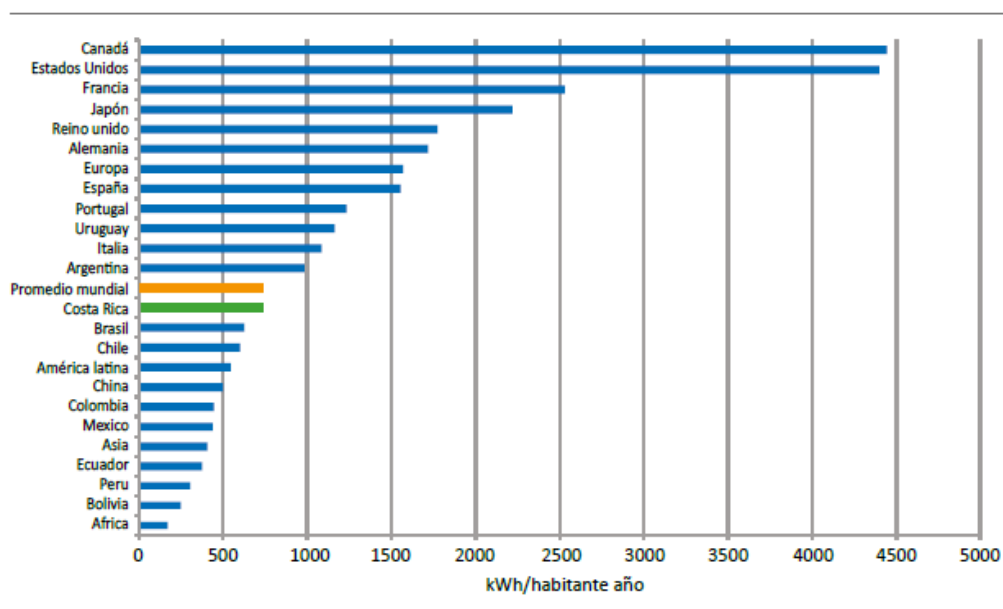


**Fuente:** Dirección Sectorial de Energía con datos de consumo de energía de los Balances Energéticos Nacionales (1997-2014) y datos de población del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC).

Los últimos seis años presentan un periodo de estabilidad, debido fundamentalmente a efectos de la crisis económica, a cierto grado de saturación del proceso de electrificación que ha experimentado el país y a una mayor eficiencia energética.

Sin embargo, ese consumo todavía está distante de los consumos típicos de economías desarrolladas, tal como se puede observar en el gráfico 2. Por tanto, es de esperar que en el futuro este consumo continúe creciendo en la medida que el país alcance mayores índices de desarrollo si no se aplican políticas para incidir sobre esa tendencia. Esto ha sido evaluado mediante estudios de proyección realizados por el ICE en 2014, cuyos resultados se muestran en el gráfico 3.

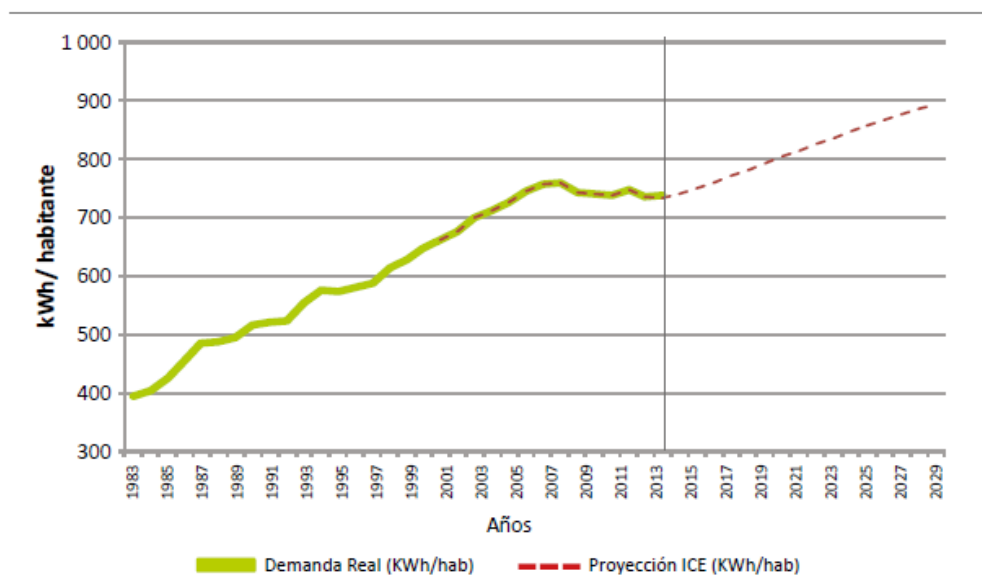
**Gráfico 2. Consumo eléctrico residencial per cápita del 2013 en Costa Rica, otros países y regiones.**



**Fuente:** Enerdata (2015).

Como se puede observar en el gráfico 3, se esperaría un crecimiento del consumo eléctrico per cápita en el sector residencial.

**Gráfico 3. Costa Rica: consumo per cápita de electricidad del sector residencial, histórico 1983-2014 y proyectado por el ICE 2015-2030, bajo un escenario igual al comportamiento de los últimos 30 años.**



**Fuente:** Dirección Sectorial de Energía a partir de datos de consumo histórico y proyectado del ICE1 (Instituto Costarricense de Electricidad, 2014), así como las proyecciones de población del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC).

En lo que se refiere al consumo promedio por vivienda, según grupo socioeconómico, se observa una relación directa entre el nivel del grupo y el consumo. Así, las viviendas del grupo popular consumen, en promedio, 168,42 kW/h por mes, en tanto que cada vivienda perteneciente al grupo medio-alto consume 483,96 kW/h por mes en promedio. Sin embargo, dadas las diferencias que se presentan en la cantidad de viviendas pertenecientes a cada uno de los grupos socioeconómicos a nivel nacional, el grupo de mayor consumo total es el medio (42,4 %) seguido por el medio-bajo (28,6 %).

De acuerdo con la categorización utilizada en la encuesta de consumo energético nacional en el sector residencial, los principales usos de la energía eléctrica en el sector residencial corresponden a “enfriamiento” (que incluye refrigeración y aire acondicionado con 36,1 %), seguida por “producción de calor” (hornos eléctricos independientes o incorporados a la cocina, hornos de microondas, la plancha eléctrica, la termo ducha, el tanque de agua caliente, secadora de ropa, secadora de pelo, plancha de pelo y el percolador con 21,9 %, sin incluir cocción) y “entretenimiento” (19,3 %).

De conformidad con el resultado de estudios anteriores, el consumo de energía en este sector depende de una serie de factores, tales como: el total de viviendas, la población, el nivel de ingreso familiar, el equipamiento, la cantidad y características de los electrodomésticos, hábitos de cocción, hábitos de ahorro de energía, la ubicación geográfica, la composición del grupo familiar, el nivel educativo, entre otras.

Según el V Plan Nacional de Energía 2008-2021, se estimó que el consumo total de energía del sector residencial pasó de 16.431 Tera julios en 1990 a 26.954 Tera julios en el 2006 (lo que representó para ese año 19,1 % del consumo nacional de energía), es decir, creció a una tasa promedio anual de 3,14 %. Se indica en este documento que se espera el crecimiento de la población a un ritmo menor que durante el período 1991-2007 al pasar a un promedio de 1,2 % anual entre 2008 y 2021; pero esta desaceleración no implica necesariamente una disminución en el consumo energético, ya que se estima que la población seguirá incrementado su consumo per cápita.

Para concluir este marco de referencia sobre el sector residencial, es importante incluir las cifras sobre el crecimiento estimado del total de viviendas en el país del año 2000 al 2011. De acuerdo con las cifras del Censo de Población y Vivienda del 2000, el total nacional de viviendas ocupadas era de aproximadamente 935 289 y, de acuerdo con las cifras del último censo, para junio del 2011 el total nacional de viviendas particulares ocupadas fue de 1 211 964, lo que evidencia una tasa de crecimiento anual intercensal de 2,5 %. Adicionalmente, de acuerdo con las cifras de dicho censo, en el período intercensal se presentó un importante incremento en la tenencia de artefactos eléctricos en los hogares costarricenses.

El porcentaje de viviendas con servicio de electricidad es de 98,9 % de acuerdo con datos del Censo de Población y Viviendas del 2011, de los cuales 98,6 % corresponden a viviendas que disponen del servicio eléctrico a través de red pública; presentando este indicador diferencias por zona urbana (99,7 %) y rural (95,5 %).

Estas cifras comprueban la importancia que está adquiriendo, año con año, el sector residencial como consumidor de energía.

### **3.2.1. Justificación y objetivos de la investigación**

En este apartado, se realiza una investigación con el fin de hacer posible la estimación del mercado actual y realizar, con base en los resultados, la demanda estimada.

A continuación, se nombran los objetivos del estudio de mercado y más adelante, los pasos que deben seguirse para ejecutarlo. Finalmente, se explica el método existente para la recopilación de información.

Los objetivos del estudio de mercado son los siguientes:

- Objetivo general:
  - i. Determinar el nivel de aceptación de un producto que suministre iluminación para el hogar utilizando tecnología de bombillos LED bajo el concepto de ahorro de energía y durabilidad del producto.
- Objetivos específicos:
  - i. Establecer el grado de conocimiento e interés del consumidor sobre los bombillos LED.
  - ii. Conocer los sistemas de iluminación que utiliza el consumidor, lugar donde los compra y el precio que estaría dispuesto a pagar por bombillos LED.
  - iii. Determinar las principales características que considera el consumidor al momento de seleccionar el producto.

### **3.2.2. Establecimiento de Parámetros Estadísticos**

Para la aplicación del estudio se seleccionó una muestra aleatoria de 93 personas, dicha intervención se elaboró con un nivel de confianza de 90,0 % y un margen de error de un 8,5 %.

Seguidamente se presenta la manera de extracción de la muestra para la revisión, la fórmula está creada desde el punto de razonamiento denominado inferencia estadística: el cual utiliza las características de un subconjunto de la población (la muestra) para hacer afirmaciones (inferir) sobre la población en general, además, contiene el factor de corrección.

Donde:

n: es el tamaño de la muestra;

Z: es el nivel de confianza;

P: es la variabilidad positiva;

Q: es la variabilidad negativa;

E: es la precisión o error.

**Imagen 1. Parámetros estadísticos**

$$n = \frac{N \cdot Z_a^2 \cdot p \cdot q}{d^2 \cdot (N - 1) + Z_a^2 \cdot p \cdot q}$$

Cumplen con la información  
No cumplen con la información

<b>P=</b>	0,5
<b>Q=</b>	0,5

Nivel de confiabilidad  
Error máximo permisible  
Tamaño de la Población

<b>Z=</b>	90%	1,64	<b>Z<sup>2</sup> =</b>	2,68
<b>E=</b>	8,5%	<b>E<sup>2</sup> =</b>	0,007	
<b>458.952</b>				

$$n = \frac{307.498}{3.317} \quad \mathbf{93}$$

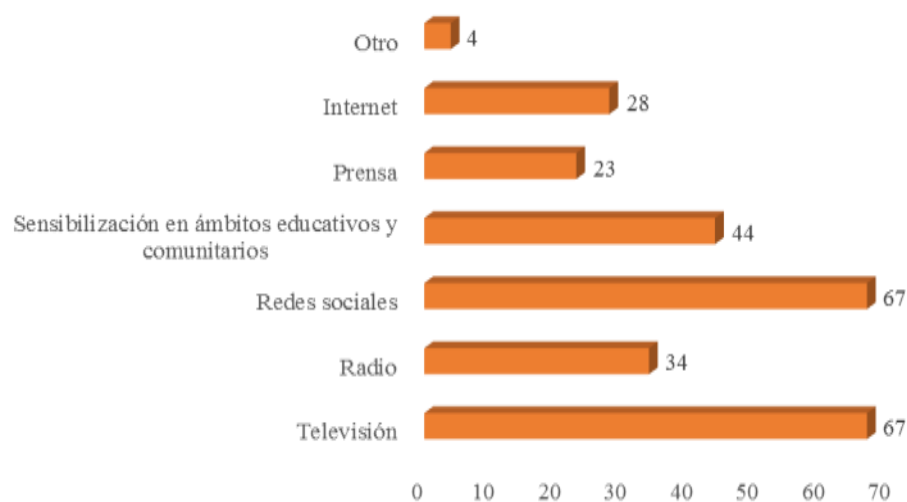
El método para la recolección de los datos será mediante una encuesta que se les enviará a los clientes mediante correo electrónico,

### **3.2.3. Resultados de la investigación**

A continuación se presentan los principales hallazgos del estudio realizado:

**P-01 ¿Cuáles considera que son los medios más adecuados para informar sobre el tema de ahorro de energía?**

**Gráfico 4. Medios más adecuados para informar sobre el tema de ahorro de energía**



Se observa en el gráfico anterior que los encuestados consideran que tanto las redes sociales como la televisión son los medios más adecuados para informar sobre ahorro de energía.

#### P-02 ¿Implementa medidas de ahorro de energía en su hogar?

**Gráfico 5. Implementación de medidas de ahorro en el hogar**



Según el gráfico 5, el 96, % de los encuestados indica que implementa medidas de ahorro en su hogar.

#### P-03 ¿Qué medidas de ahorro aplica en el hogar?

**Gráfico 6. Medidas de ahorro aplicadas en el hogar**

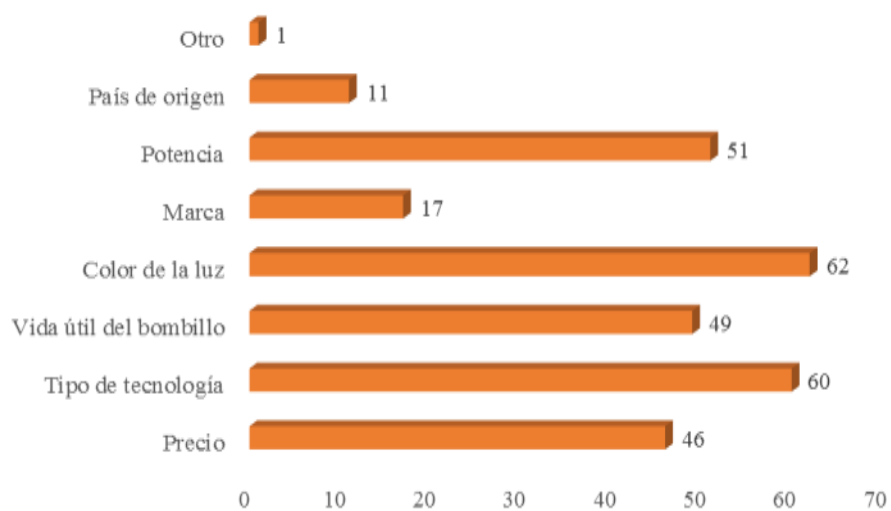




Según los resultados del gráfico 6, la medida más aplicada en el hogar para el ahorro de energía es apagar las luces cuando no se están utilizando, con un 95,6 %.

**P-04 De los siguientes criterios, ¿cuáles considera cuando compra bombillos?**

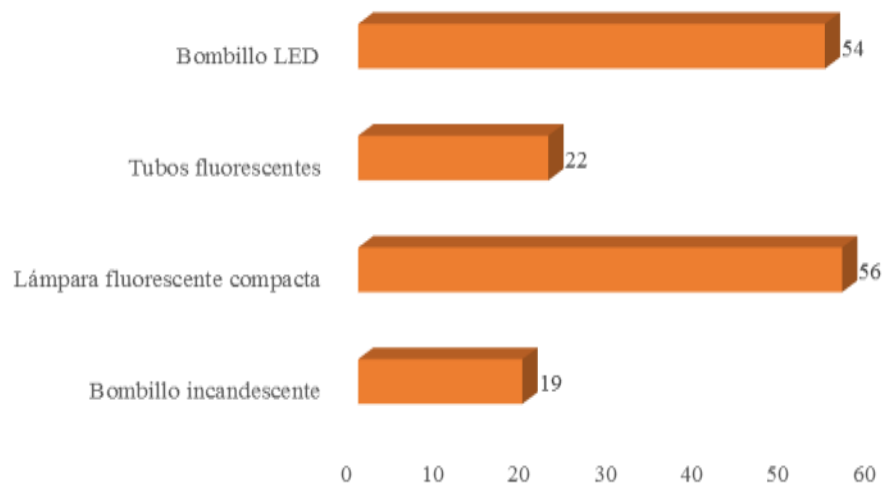
**Gráfico 7. Criterios para la compra de bombillos**



Según el gráfico 7, el principal criterio de selección a la hora de comprar bombillos es el color de la luz (66,7 %), seguido del tipo de tecnología y potencia (64,5 % y 54,8 % respectivamente).

**P-05 De los siguientes tipos de tecnología de iluminación, ¿cuáles utiliza en su hogar actualmente?**

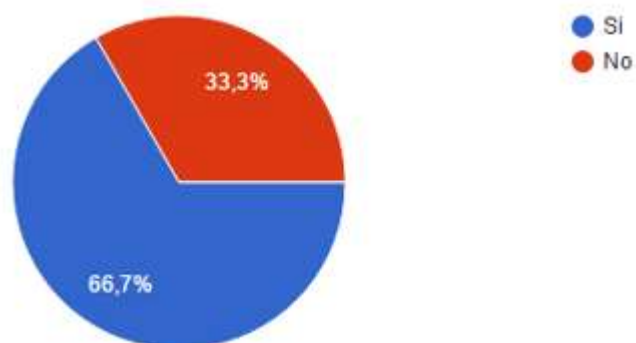
**Gráfico 8. Tipo de tecnología utilizado en el hogar**



De acuerdo con el gráfico 8, las lámparas fluorescentes compactas son el tipo de tecnología de iluminación más utilizada en el hogar, con un 60,2 % seguido de los bombillos tecnología LED con un 58,1 %

**P-06 ¿Ha recibido información sobre los bombillos LED?**

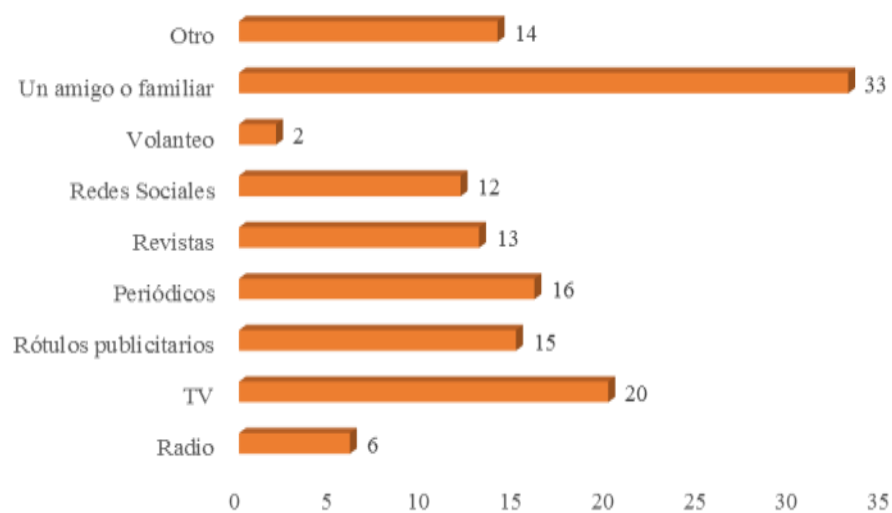
**Gráfico 9. Recibimiento de información sobre bombillos LED**



El 66,7 % de los encuestados asegura haber recibido información sobre bombillos LED, según datos del gráfico 9.

### P-07 ¿Cómo se enteró de los bombillos LED?

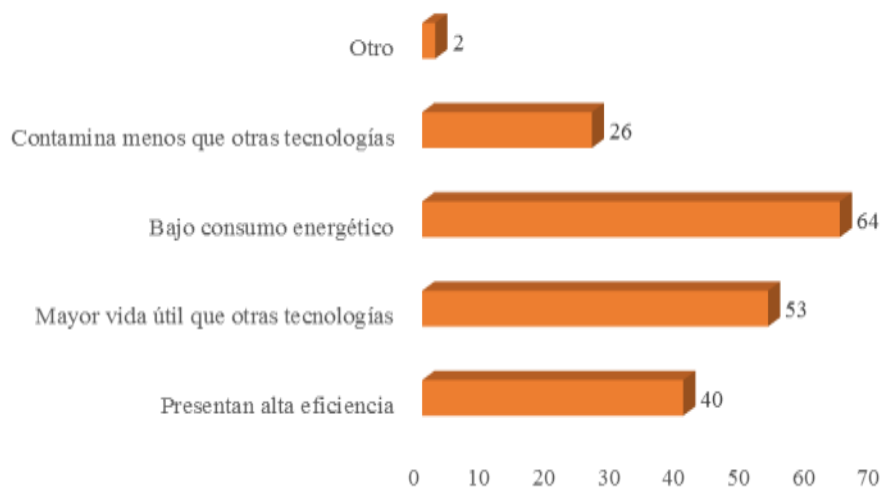
**Gráfico 10. Medio por el cual se enteró de los bombillos LED**



Según el gráfico 10, el principal medio mediante el cual se han enterado sobre los bombillos LED ha sido por un amigo o familiar, con un 46,5 %, seguido de la televisión con un 28,2 %.

### P-08 De los siguientes beneficios de los bombillos LED, ¿cuáles conoce?

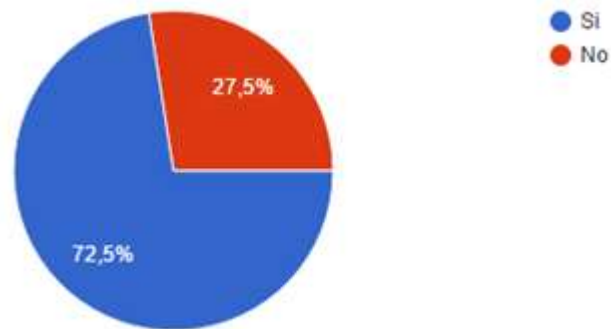
**Gráfico 11. Beneficios de los bombillos LED conocidos**



Según los resultados del gráfico 11, el principal beneficio conocido por los encuestados es el bajo consumo energético, con un 90,1 %, seguido de la mayor vida útil con 74,6 %.

**P-09 ¿Ha utilizado este tipo de tecnología?**

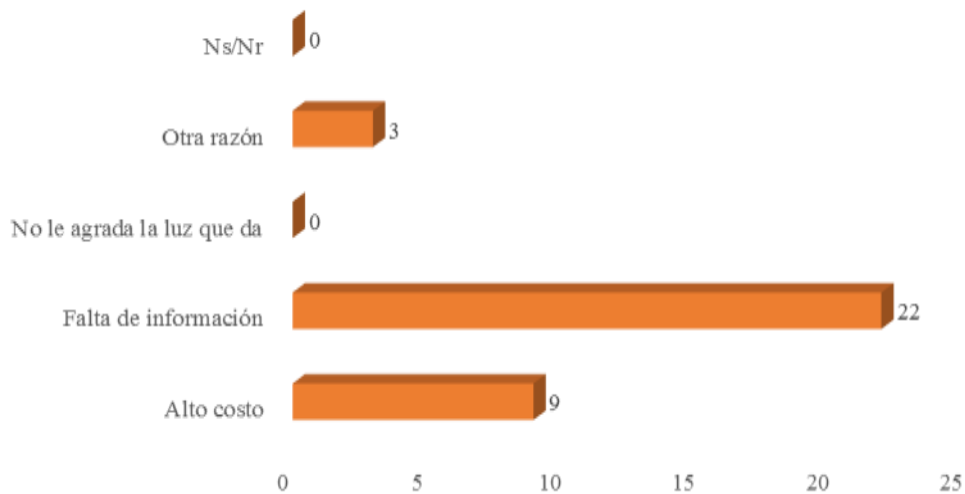
**Gráfico 12. Utilización de los bombillos LED**



Según los datos del gráfico 12, el 75,5 % de los encuestados ha utilizado bombillos LED.

**P-09.1 ¿Por qué no ha utilizado este tipo de tecnología?**

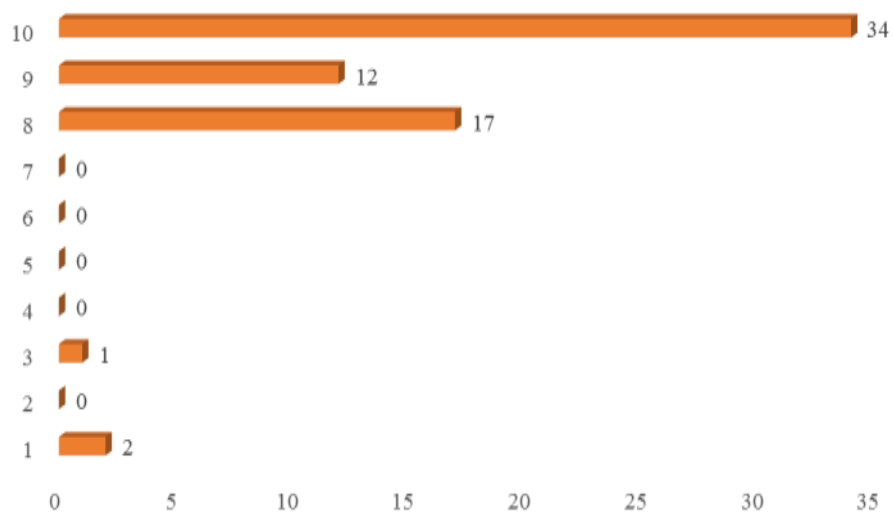
**Gráfico 13. Razones por la no utilización de los bombillos LED**



La principal razón que los encuestados señalan, según el gráfico 13, por la cual no han utilizado los bombillos LED es por falta de información, con un 71,0 %, seguida del alto costo, con un 29,0 %.

**P-10 En una escala del 1 al 10, donde 10 es "Totalmente Satisfecho" ¿Qué tan satisfecho se siente al utilizar los bombillos LED?**

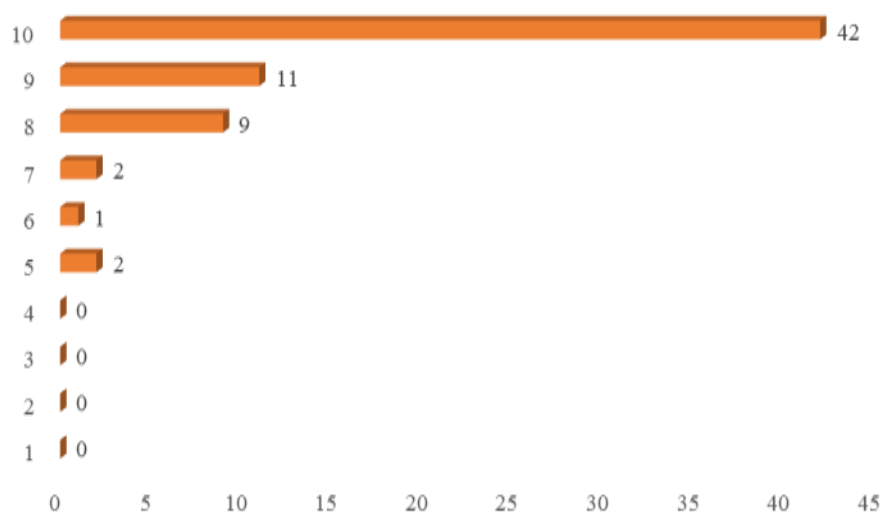
**Gráfico 14. Nivel de satisfacción por el uso de los bombillos LED**



El 95,45 % de los encuestados, según el gráfico 14, muestran una alta satisfacción por el uso de los bombillos LED.

**P-11- De acuerdo con su experiencia en el uso del bombillo LED, ¿qué tan probable es que recomiende a otras personas conocidas a utilizar este tipo de bombillo? Por favor, use una calificación entre 0 y 10, donde 0 es definitivamente "NO la recomiendo" y 10 definitivamente "SÍ la recomiendo"**

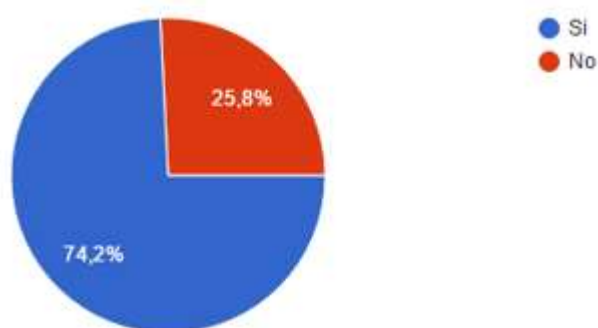
**Gráfico 15. Escala en que recomendaría la utilización de bombillos LED a personas conocidas.**



Según los resultados del gráfico 15, un total de 92,54 % consideran que es muy probable que recomienden a personas conocidas a utilizar bombillos LED.

**P-12; ¿Sabe cuántos bombillos tiene en su hogar?**

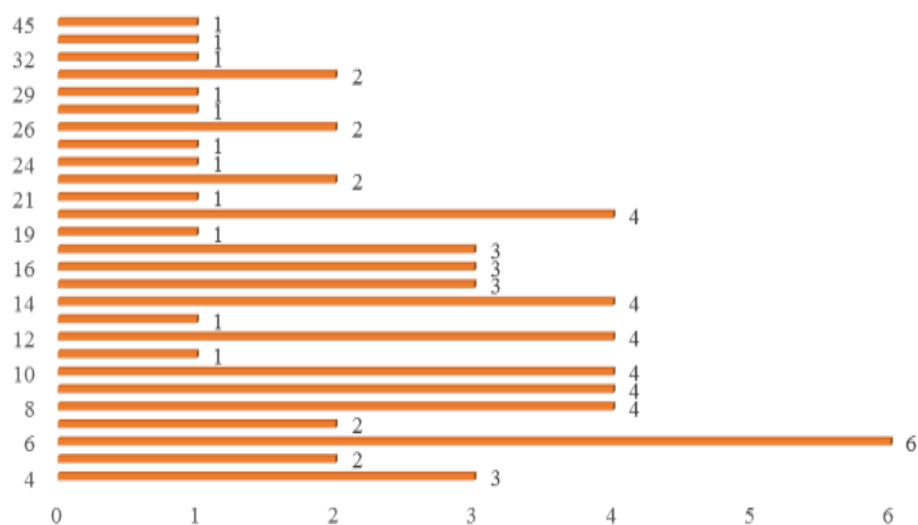
**Gráfico 16. Conocimiento sobre cantidad de bombillos en el hogar**



Según los encuestados, el 74,2 % si conoce la cantidad de bombillos que posee en su hogar.

**P-12; ¿Cuántos bombillos tiene en su hogar?**

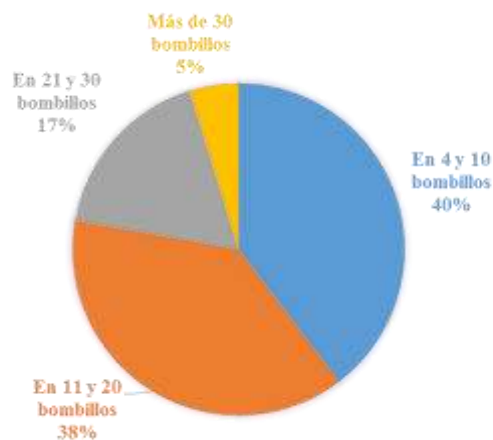
**Gráfico 17. Cantidad de bombillos en el hogar**



En el gráfico 17, se muestran las cantidades de bombillos en el hogar indicadas por los encuestados, las cantidades van desde 4 unidades a 45 unidades. Se aprecia que la cantidad que más tienen es 6 unidades, con un 9,5 % y el promedio de unidades que poseen en el hogar los encuestados es de 15.

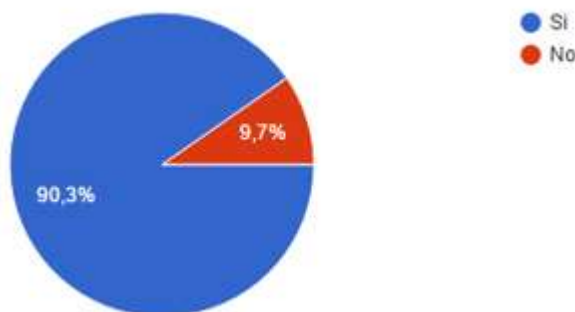
En el siguiente gráfico se agrupan las cantidades y se observa que el rango entre 4 unidades y 10 unidades, es la cantidad que predomina en los encuestados.

**Gráfico 18. Rangos de cantidad de bombillos en el hogar**



**P-13 Si CNFL vende bombillos tecnología LED y el cobro se realiza mediante cargo a la factura del recibo eléctrico, ¿compraría?**

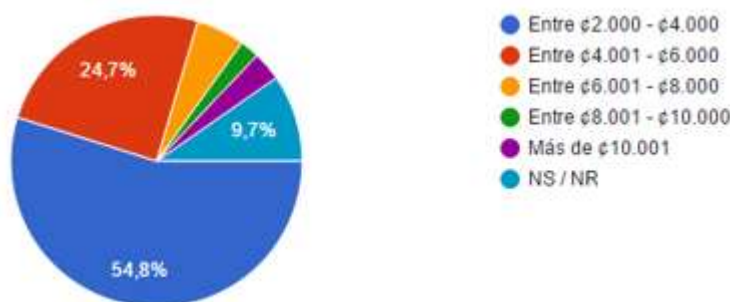
**Gráfico 19.** Anuencia a comprarle a CNFL bombillos LED



Como se muestra en el gráfico 19, si CNFL vendiera bombillos LED y lo cobra mediante el recibo, el 90,3 % de los encuestados, estaría dispuesto a comprarlos.

**P-14; Cuánto dinero estaría dispuesto a pagar por un bombillo de tecnología LED?**

**Gráfico 20.** Rango de dinero que estaría dispuesto a pagar por un bombillo LED

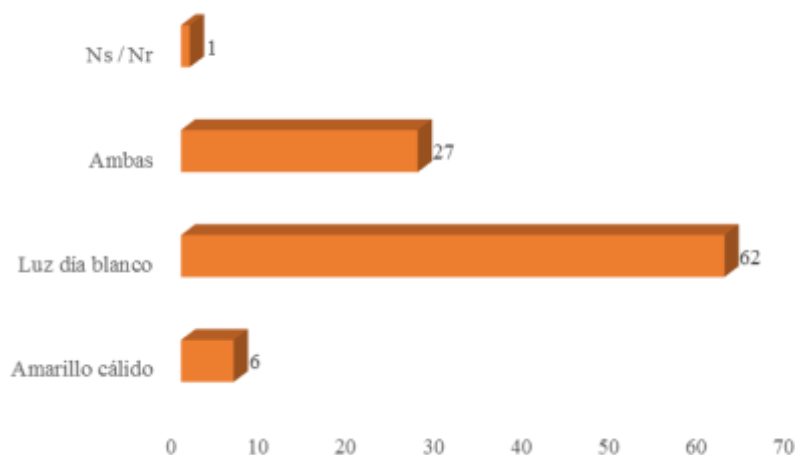


Según el gráfico 20, el 54,8 % de los encuestados estarían dispuestos a pagar por un bombillo tecnología LED entre ¢2.000 y ¢4.000, mientras que un 24,7 % estarían dispuestos a pagar entre ¢4.001 y ¢6.000, es decir, un total del 83,5 % de los encuestados estaría dispuesto a pagar en esos rangos.

**P-15;Cuál sería su tonalidad de luz preferida??**

**Gráfico 21.** Tonalidad preferida de luz

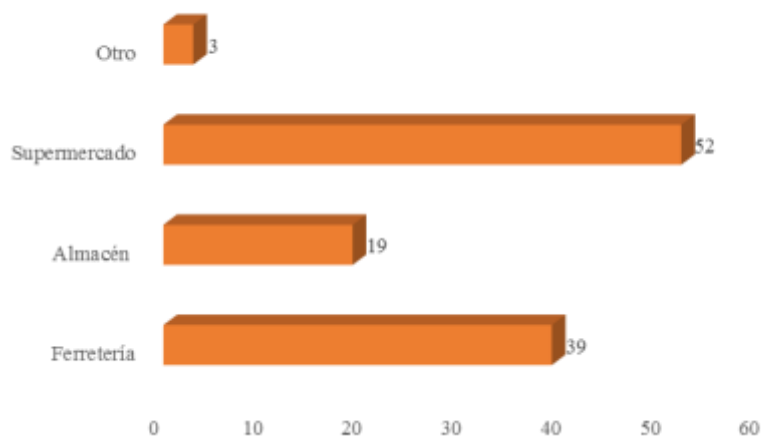




Para el 66,7 % de los encuestados, la tonalidad preferida de luz es la luz día blanco, según se aprecia en el gráfico 21.

**P-16¿En qué lugar compra regularmente sus bombillos?**

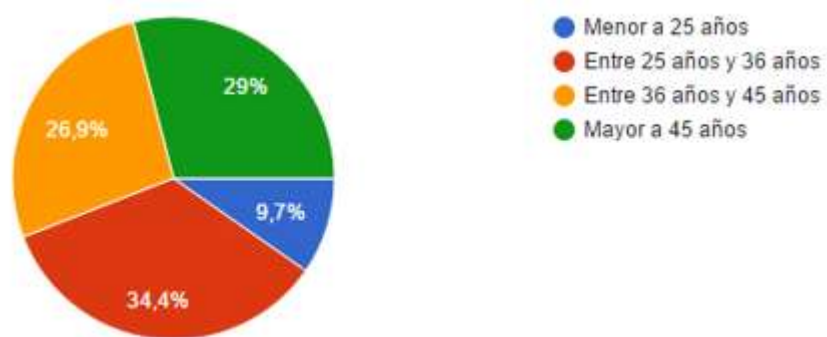
**Gráfico 22. Lugar donde compra los bombillos**



El 55,9 % de los encuestados compra sus bombillos en supermercados, mientras que el 41,9 en ferreterías, como se aprecia en el gráfico 22.

**D-1. ¿En cuál rango de edad se encuentra usted?**

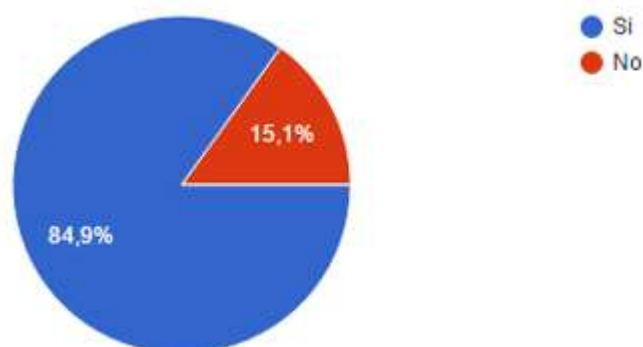
**Gráfico 23. Rango de edad**



La mayor cantidad de encuestados se encuentra en el rango de 25 a 36 años de edad, representando un total de 34,4 %, según gráfico 23.

### D-2. ¿Trabaja?

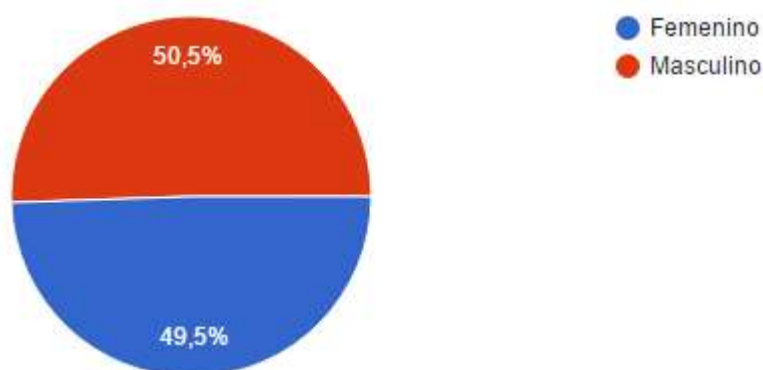
**Gráfico 24. Personas que actualmente trabajan**



De los encuestados, un 84,9 % afirma que actualmente se encuentra laborando, como se aprecia en el gráfico 24.

### D-3. Género

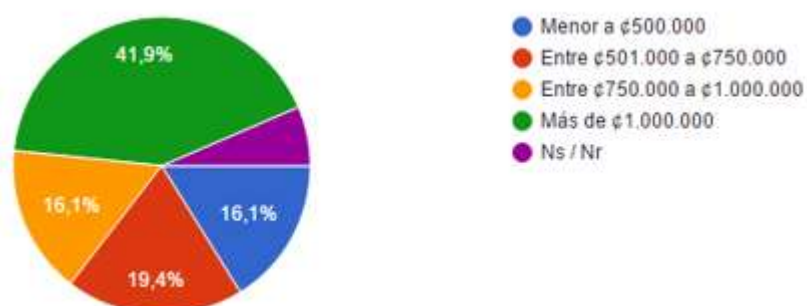
**Gráfico 25. Género**



De los encuestados, la población masculina representó un 50,5 % del total de encuestado, como se evidencia en el gráfico 25,

**D-4. ¿Dentro de cuál de los siguientes rangos se encuentra el ingreso total mensual de su hogar?**

**Gráfico 26. Rango de ingreso total mensual**



El 41,9 % del total de encuestados está comprendido entre el rango de ingresos totales de más de 1 millón de colones mensuales, mientras que el 19,4 %, entre 750 mil colones y un millón de colones, según se aprecia en el gráfico 26.

### **3.2.4. Conclusiones de la investigación**

- i. Los principales medios para informar sobre temas de ahorro de energía son las redes sociales y la televisión.
- ii. El 96,8 % impulsa e implementa medidas de ahorro de energía en su hogar, principalmente apagando la luz cuando no la necesitan.

- iii. El precio no es criterio predominante a la hora de decidir cuándo compran bombillos, sino el color de la luz, sin embargo, para los encuestados que compran bombillos LED, el factor de precio y de potencia sí es un criterio importante en la decisión de adquisición.
- iv. Las lámparas fluorescentes compactas son las más utilizadas en el hogar y hay un alto porcentaje (20 %) que utiliza los bombillos incandescentes.
- v. El 66,7 % conoce los bombillos LED y cerca del 46,5 % de los encuestados indica que se enteró por medio de un amigo o familiar.
- vi. El bajo consumo es el principal beneficio que le atribuyen a los bombillos LED.
- vii. El 72,5 % utiliza bombillos LED en su hogar, el 71,0 % de los que no los utilizan, no lo hace por falta de información.
- viii. El 90,3 % estaría dispuesto a comprar bombillos LED si CNFL los vende y los cobra mediante cargo al recibo eléctrico.
- ix. El 54,8 % de los encuestados estarían dispuestos a pagar por un bombillo tecnología LED entre ¢2.000 y ¢4.000, sin embargo, de los que estarían dispuestos a comprárselo a CNFL, un 57,0 % pagaría entre ¢2.000 y ¢4.000, un 23,8 % entre ¢4.001 y ¢6.000, un 10,7 % entre los rangos que van desde ¢6.000 a ¢10.000. Los que le comprarían a CNFL, el 39,8 % de está en el rango de ingreso de más de 1 millón de colones.
- x. La tonalidad preferida es la luz día blanco y ese es el criterio de decisión predominante por los usuarios cuando compran bombillos.
- xi. El lugar preferido para comprar bombillos generalmente, son los supermercados.

### **3.3. La competencia**

Los usuarios de bombillos, en general, tienen múltiples posibilidades de adquisición de dichos productos: en pulperías, supermercados, ferreterías y almacenes eléctricos principalmente.

Sin embargo, los bombillos LED no se encuentran a disposición de los clientes con la misma facilidad de que los bombillos incandescentes o las lámparas fluorescentes

compactas. Mayoritariamente se encuentran en supermercados como Wal-Mart y Automercado, también en ferreterías y almacenes eléctricos.

En el siguiente cuadro, se muestran los puntos de venta, fabricantes y potencias encontradas.

**Cuadro 4. Sistemas de tecnología LED disponibles en puntos de venta, según fabricantes y potencia.**

Punto Venta	Fabricante	Potencia
Almacén Mauro	Osram	6 W
		10 W
		14 W
	Sylvania	5,5 W
		7,5 W
		10 W
Automercado	Green lighting	5 W
		7 W
	Osram	8,5 W
	Sylvania	6,5 W
		9,5 W
EISA	Tecnolite	10 W
	Sylvania	7 W
		9,5 W
		10 W
Ferretería EPA	Ecomax	5 W
		7 W
		9 W
	Green lighting	7 W
		10 W
	Sylvania	5 W
		6 W
		6,5 W
		8,5 W
	Green lighting	5 W
7 W		
Walmart	Fulgore	9 W
	Fulgore Practico	9 W
	General Electric	1 W
		7 W
	Great Value	5 W
		10 W
		15 W
	LED Inside	6,5 W
	Neo Lux LED	7 W
	Osram	8,5 W
Sylvania	10 W	

**Fuente:** Creación propia con base a investigación del mercado.

Como se puede apreciar en el cuadro anterior, ferretería EPA y Wal-Mart, son los puntos de venta donde más variedad de bombillos LED ofrecen al público.

**Cuadro 5. Precios de los sistemas de tecnología LED disponibles, según comercio, fabricante, potencia y demás características.**

Potencia	Tienda	Fabricante	Equivalencia	Lúmenes	Vida útil	Tipo luz	Eficiencia	Precio
1 W	Wal-Mart	General Electric	No indicada		12.000	No indicada	-	€7.190
5 W	Wal-Mart	Great Value	No indicada	450	No indicada	No indicada	90 lm/W	€1.450
	Ferretería EPA	Ecomax	50 W	450	30.000	Luz cálida	90 lm/W	€7.950
	Ferretería EPA	Sylvania	35 W	400	40.000	No indicada	80 lm/W	€5.950
	Ferretería EPA	Green lighting	60 W	400	50.000	Blanco puro	80 lm/W	€9.950
	Automercado	Green lighting	60 W	370	50.000	Blanco cálido	74 lm/W	€8.900
5,5 W	Almacén Mauro	Sylvania	No indicada	330	15.000	No indicada	60 lm/W	€10.007
6 W	Almacén Mauro	Osram	No indicada	450	No indicada	No indicada	75 lm/W	€8.555
	Ferretería EPA	Sylvania	40 W	470	40.000	No indicada	78 lm/W	€6.495
6,5 W	Automercado	Sylvania	40 W	490	15.000	Luz día	75 lm/W	€2.825
	Ferretería EPA	Sylvania	40 W	490	15.000	Día	75 lm/W	€2.825
	Wal-Mart	Sylvania	40 W	490	15.000	Luz día	75 lm/W	€2.825
7 W	EISA	Sylvania	No indicada	450	No indicada	Luz blanca	64 lm/W	€6.535
	Ferretería EPA	Ecomax	70 W	500	15.000	Blanca	71 lm/W	€8.950
	Wal-Mart	LED Inside	No indicada	480	15.000	Luz fría	69 lm/W	€4.595
	Wal-Mart	General Electric	40 W	500	25.000	No indicada	71 lm/W	€3.745
	Ferretería EPA	Green lighting	75 W	550	50.000	Blanco cálido	79 lm/W	€8.950
	Automercado	Green lighting	75 W	550	50.000	Blanco cálido	79 lm/W	€7.770
7,5 W	Ferretería EPA	Green lighting	75 W	550	50.000	Blanco cálido	79 lm/W	€10.995
	Almacén Mauro	Sylvania	No indicada	470	No indicada	No indicada	63 lm/W	€25.058
8,5 W	Automercado	Osram	60 W	860	15.000	Luz blanca	101 lm/W	€4.590
	Wal-Mart	Osram	60 W	860	15.000	Luz blanca	101 lm/W	€2.850
	Ferretería EPA	Sylvania	60 W	840	40.000	Luz fría	99 lm/W	€11.950
9 W	Ferretería EPA	Ecomax	90 W	800	25.000	Luz cálida	89 lm/W	€9.950
	Wal-Mart	Fulgore	80 W	760	25.000	Luz día	84 lm/W	€2.890
	Wal-Mart	Fulgore Practico	No indicada	760	25.000	Luz día	84 lm/W	€4.190
9,5 W	Automercado	Sylvania	60 W	820	25.000	Luz día	86 lm/W	€6.060
	EISA	Sylvania	60 W	850	25.000	Luz blanca	89 lm/W	€7.725
10 W	Almacén Mauro	Osram	No indicada	800	No indicada	No indicada	80 lm/W	€10.518
	Almacén Mauro	Osram	No indicada	800	No indicada	No indicada	80 lm/W	€10.927
	Almacén Mauro	Sylvania	No indicada	650	No indicada	Luz blanca	65 lm/W	€11.033
	EISA	Tecnolite	No indicada		No indicada	Luz blanca	0 lm/W	€4.456
	EISA	Sylvania	No indicada	750	No indicada	Luz blanca	75 lm/W	€8.912
	Wal-Mart	Great Value	No indicada	850	No indicada	No indicada	85 lm/W	€1.790
	Wal-Mart	Neo Lux LED	60 W	800	20.000	Luz blanca	80 lm/W	€3.990
	Ferretería EPA	Green lighting	90 W	660	50.000	Blanco cálido	66 lm/W	€10.995
14 W	Almacén Mauro	Osram	No indicada	1600	No indicada	No indicada	114 lm/W	€14.523
15 W	Wal-Mart	Great Value LED	90 W	1080	25.000	Luz blanca	72 lm/W	€2.990

**Fuente:** Creación propia con base a investigación del mercado.

Del cuadro anterior, se obtiene lo siguiente:

- Se encuentran alrededor de 9 marcas de bombillos LED en el mercado.
- Los precios van desde €1.450 (Wal-Mart) hasta €25.048 (Almacén Mauro).

- En potencias se encuentran desde 1 watt (W) hasta 15 watt.
- La vida útil promedio de los bombillos va desde 12.000 horas de uso, hasta 50.000 horas de uso.
- Ferretería EPA y Wal-Mart tienen la mayor variedad de bombillos LED, con 11 tipos.
- Wal-Mart maneja productos de 7 fabricantes distintos.
- Considerando únicamente potencias similares (5 W, 7 W, 8,5 W, 9 W y 10 W), Wal-Mart, en todos los casos, tiene los precios más bajos.
- Los bombillos LED marca Sylvania de 6,5 W de potencia, tienen el mismo precio (¢2.825) en los 3 establecimientos donde se encontraron (Automercado, Ferretería EPA y Wal-Mart).
- Ferretería EPA y Automercado ofrecen los bombillos LED de mayor vida útil (40.000 y 50.000 horas de uso) y los precios de venta van desde los ¢6.495 hasta los ¢11.950

### **3.4. La oferta actual y proyectada del producto**

Tomando como base el Informe de Cobertura Eléctrica 2015 del ICE, realizado con los informes mensuales de ventas de electricidad, a julio 2015, el sector residencial estaba compuesto por un total de 1.435.297 clientes. Suponiendo que cada cliente representa una vivienda, esta cifra difiere en un 13 % del número total de casas ocupadas que se utiliza como base en el presente estudio, como se muestra en el siguiente cuadro.

**Cuadro 6. Porcentaje de cobertura eléctrica por empresa en viviendas independientes ocupadas estimadas a julio 2015.**

<b>Empresa</b>	<b>Clientes residenciales</b>	<b>N° viviendas ocupadas con servicio eléctrico</b>	<b>% diferencia</b>
ICE	642.755	563.122	0,14
CNFL	461.096	433.255	0,06
ESPH	69.140	55.742	0,24
JASEC	79.897	74.045	0,08
COOPEGUANACASTE	62.656	47.329	0,32
COOPELESCA	75.731	55.791	0,36
COOPESANTOS	38.814	36.355	0,07
COOPEALFARO	5.208	5.772	-0,10
<b>TOTAL</b>	<b>1.435.297</b>	<b>1.271.411</b>	<b>0,13</b>

**Fuente:** ICE. Informe de Cobertura Eléctrica 2015.

Utilizando la diferencia porcentual estimada para CNFL señalada en la imagen anterior, y con la cantidad de clientes del sector residencial actual, se puede estimar que la cantidad de viviendas ocupadas con servicio eléctrico, actualmente, ronda los 429.460

En promedio, se calcula que cada hogar hace uso de 9 bombillos, lo que representa una demanda total estimada de 3.865.140. Se pretende poder alcanzar un 40 % de la demanda estimada del producto, es decir, poder vender en un periodo de 2 años, 1.546.056 bombillos LED de 9 W.

En la última Encuesta Nacional de Hogares, realizada por la Dirección Sectorial de la Energía, en 2012, se presenta la distribución resumen de los hábitos de iluminación de los hogares, y se aprecia que la mayoría utiliza fluorescentes compactos, bombillos corrientes y porcentajes relativamente bajos utilizan tubos fluorescentes, halógenos y LED, como se observa en el siguiente cuadro. Sin embargo, por grupo socio-económico, se presentan diferencias importantes, pues en el grupo medio y medio-alto se hace mayor uso de los fluorescentes compactos, así como en la zona urbana, tal como se evidencia en el cuadro 3.

### **Cuadro 7. Características sobre iluminación en porcentajes**



<b>Característica</b>	<b>%</b>		
	<b>Si</b>	<b>No</b>	<b>Total</b>
Uso tubos fluorescentes	5,8	94,2	100,0
Uso fluorescentes compactos	57,0	43,0	100,0
Uso de LEDS	1,1	98,9	100,0
Uso bombillos corrientes	51,0	49,0	100,0
Uso halógenos	3,1	96,9	100,0

**Fuente:** Encuesta Nacional de Hogares 2012. Dirección Sectorial de la Energía

### **Cuadro 8. Características sobre iluminación por grupo socioeconómico y estrato en porcentajes**

<b>Característica</b>	<b>Grupo socioeconómico</b>				<b>Estrato</b>		<b>Total</b>
	<b>Popular</b>	<b>Medio/bajo</b>	<b>Medio</b>	<b>Medio/alto</b>	<b>Urbano</b>	<b>Rural</b>	
<b>Uso tubos fluorescentes</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>
Sí usan	2,9	4,0	9,3	8,4	7,3	2,3	5,8
No usan	97,1	96,0	90,7	91,6	92,7	97,7	94,2
<b>Uso fluorescentes compactos</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>
Sí usan	40,6	59,0	62,3	74,8	62,3	44,2	57
No usan	59,4	41,0	37,7	25,2	37,7	55,8	43
<b>Uso de LEDS</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>
Sí usan	0,0	0,9	0,2	9,3	1,2	0,7	1,1
No usan	100,0	99,1	99,8	90,7	98,8	99,3	98,9
<b>Uso bombillos corrientes</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>
Sí usan	66,3	50,2	46,2	29,0	45,4	64,6	51
No usan	33,7	49,8	53,8	71,0	54,6	35,4	49
<b>Uso halógenos</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>
Sí usan	0,9	1,8	2,8	18,7	4,1	0,7	3,1
No usan	99,1	98,2	97,2	81,3	95,9	99,3	96,9

**Fuente:** Encuesta Nacional de Hogares 2012. Dirección Sectorial de la Energía

Estos resultados arrojan oportunidades para CNFL, aunque corresponde a un estudio del 2012, y quizás las premisas de que los usos de los bombillos LED casi no se utilizan, no sean ya válidas, dado el auge que ha tenido la tecnología LED, es un buen parámetro para saber que si existen oportunidades reales de entrar en ese mercado con alternativas diferentes y respaldándose en la marca, ya que es el proveedor de energía el que le venderá el producto al cliente.

### **3.5. Canales de comercialización del producto**

Para la comercialización de los bombillos tecnología LED por parte de CNFL a los clientes del sector residencial, utilizará los siguientes puntos de venta:

### Cuadro 9. Canales de comercialización

Sucursal	Dirección
Central	50 metros norte del edificio de RACSA, San José, Calle 1 Avenida 5 y 7.
Desamparados	100 metros este y 50 metros norte de la esquina sureste de la Iglesia Católica.
Escazú	200 metros oeste del Centro Comercial Plaza Colonial.
Guadalupe	Frente al costado Sureste de la Iglesia Católica., Calle 3 Av 2.
Heredia	250 metros al este de la Pozuelo o Contiguo a Ferretería Capris en La Uruca.

### 3.6. Proveedores y disponibilidad de los insumos

La CNFL se encargará únicamente de la comercialización del producto, el fabricante seleccionado brindará el producto terminado para su puesta en el mercado.

Existen diversas opciones con fabricantes a los cuales CNFL les podría comprar los bombillos LED, entre los beneficios que presentan, se destacan:

- Sin intermediación
- Opciones de financiamiento
- Certificaciones de calidad
- Variedades de productos y potencias.

En el siguiente cuadro se indican los fabricantes que podrían ser proveedores de CNFL de bombillos con tecnología LED.

### Cuadro 10. Fabricantes de bombillos tecnología LED

Fabricante	País de origen
Arpi Solar Systems, S.L	España
Conzeta Iluminación	Costa Rica
Henglaida LED Costa Rica S.A	China
Yes LED Lighting	Estados Unidos
Zoren Industries	Canadá

**Fuente:** Creación propia

### 3.7. Precio de los insumos actuales y proyectados

El precio estimado unitario de bombillos LED de 9 W de luz blanca (temperatura de color de 5.000 k) para compras mayores a un millón de unidades es de \$2,90.

### 3.8. Determinación de los ingresos del proyecto

Si se estimara la atención de un 50 % de la demanda total estimada, en un periodo de 2 años, a un precio de venta sin financiamiento de \$9, se podrían proyectar los siguientes ingresos, para el financiamiento se cobraría un 8,0 % de interés anual a un plazo máximo de 3 años, por lo que la estimación de ingresos se calcula para 5 años, como se muestra en el siguiente cuadro.

**Cuadro 11. Estimación de ingresos brutos del proyecto**

SUPUESTOS CLAVE	
Demanda estimada de bombillos	3.865.140
% Participación CNFL	40%
Bombillos a vender	1.546.056
Precio venta bombillos	\$9,0
Pazo	2 años
Plazos máximos de financiamiento a clientes	3 años
Tasa de interés	8,0%

Ingresos	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Total
(+) Venta bombillos LED 9 W	\$1.537.132	\$3.201.846	\$3.467.597	\$3.755.406	\$1.952.522	<b>\$13.914.504</b>
(+) Ingresos financieros por intereses	\$122.971	\$256.148	\$277.408	\$300.432	\$156.202	<b>\$1.113.160</b>
<b>Total ingresos venta bombillos</b>	<b>\$1.660.103</b>	<b>\$3.457.993</b>	<b>\$3.745.005</b>	<b>\$4.055.839</b>	<b>\$2.108.724</b>	<b>\$15.027.664</b>

**Fuente:** Creación propia

## **4. CAPÍTULO IV: ESTUDIO TÉCNICO**

El estudio técnico sucede al estudio de mercado y permite definir el tamaño, la localización, ingeniería del proyecto y la estimación de los costos de inversión, operación y de mantenimiento. A partir de los insumos proporcionados por el estudio de mercado, se plantean diversas posibilidades para la producción del bien.

### **4.1. Concepto del producto**

#### **4.1.1. Bombillas LED**

Están compuestas de una pieza de un material semiconductor (normalmente carburo de silicio) de unos 5 milímetros, capaz de generar luz cuando se le aplica corriente. Sobre esta base de carburo de silicio (o en ocasiones de zafiro) se depositan en forma de vapores diferentes materiales, cuya mezcla es la que da el color y la calidad de la luz. El chip se protege del exterior mediante una carcasa de cristal o policarbonato.

Los LED no se conectan directamente a la corriente como una bombilla incandescente, sino que requiere de una fuente de alimentación previa (o convertidor de tensión), por lo que el aprovechamiento real de la energía eléctrica de un LED depende también, en gran medida, de este convertidor. Una fuente de alimentación apropiada influye en la eficiencia y la estabilidad de la luminaria.

La placa base, es la placa de circuito impreso o PCB (Printed Circuit Board), que soporta las conexiones de los componentes electrónicos, como las conexiones del chip (normalmente mediante hilos de oro) y las vías de disipación del calor. Según el sistema de evacuación del calor utilizado puede componerse de distintas capas y materiales (principalmente aluminio y cobre además de otros materiales conductores).

El uso de LED, en el ámbito de la iluminación, cada vez es más frecuente y es previsible que se incremente en el futuro, ya que su eficiencia (150 lm/w) es superior en 11,5 veces a la de una lámpara incandescente (13 lm/w) 1,7 veces superior a la lámpara fluorescente (90 lm/w) e incluso más alta que la lámpara de vapor de sodio de alta presión (132 lm/w).

La tecnología LED para la industria se comenzó a utilizar en 1960 y la tecnología de LED blanco para iluminación con alto rendimiento inicia desde 1996, aunque, únicamente en los

dos últimos años, los diodos LED producidos consiguen eficiencias superiores a los 170 lm/w y el producto completo más de 100 lm/w.

Asimismo, con LED se pueden producir luces de diferentes colores con un rendimiento luminoso elevado, a diferencia de muchas de las lámparas utilizadas hasta ahora, que tienen filtros para lograr un efecto similar (lo que supone una reducción de su eficiencia energética).

**Figura 9. Componentes de una bombilla LED**



**Fuente:** <http://www.laparasled.com/tecnologia-lamparas-led.html>

**Ventajas**

**En ahorro energético y mantenimiento:**

- i. Un 60 % de mayor eficiencia energética sobre la iluminación de bajo consumo y un 90 % de eficiencia sobre las tecnologías tradicionales incandescentes manteniendo la misma luminosidad.
- ii. Respuesta rápida de encendido, apagado o cambio en la emisión de luz.
- iii. Entre un 60 % y un 90 % menos de calor emitido.
- iv. Una durabilidad de 6 a 20 veces superior que la iluminación tradicional.
- v. No absorbe polvo, evita que la pantalla se oscurezca o se amarillee.

#### Para la salud

- i. Mejor visión y mejor calidad luz al no tener parpadeo y no emitir ni ultravioletas, ni infrarrojos.

#### Para el medio ambiente

- i. Menor riesgo para el medio ambiente por no contener gases contaminantes en su interior.
- ii. Reducción de la emisión de CO<sub>2</sub> al ambiente en el proceso de generación de electricidad de entre un 60 % y un 90 % inferior.

### 4.1.2. Características a considerar sobre las fuentes de luz

#### 4.1.2.1. Unidades Lumínicas

Como se dijo anteriormente en el apartado 1.1, la luz es la radiación dentro de la zona del espectro electromagnético, al que el ojo del ser humano es sensible. Así que sus unidades mantienen una correspondencia a las unidades energéticas.

**Cuadro 12. Relación entre unidades de energía y unidades lumínicas**

Unidades de Energía			Unidades Lumínicas		
Nombre	Símbolo	Unidades	Nombre	Símbolo	Unidades
Flujo radiante	$\Phi$	W	Flujo Luminoso	$\Phi_{\text{lumen}}$	lm
Intensidad	I	W/str	Intensidad de luz	I	cd
Radiancia	L	W/str.m <sup>2</sup>	Luminancia	L	cd/m <sup>2</sup>
Irradiación	E	W/m <sup>2</sup>	Iluminancia	E	lux

**Fuente:** Arquitectura y Energía Natural, Rafael Serra Florensa y Helena Coch Roura, Ediciones UPC 1995, pág. 37

- **Flujo Luminoso ( $\Phi$ ):** Difiere del flujo radiante, la medida de la potencia total emitida, en que está ajustada para reflejar la sensibilidad del ojo humano a diferentes longitudes de onda. Se define el flujo luminoso como la potencia (W) emitida en forma de radiación luminosa a la que el ojo humano es sensible. Su símbolo es  $\Phi$  y su unidad es el lumen (lm) según el Sistema Internacional de Unidades (SI). La relación entre watts y lúmenes se denomina equivalente luminoso de la energía y equivale a: 1 watt-luz a 555 nm = 683 lm Su unidad de medida en el SI es el lumen (lm) y se define a partir de la unidad básica del SI, la candela (cd), como:  $\text{lm}=\text{cd}\cdot\text{str}$ .
- **Intensidad de luz (I):** La intensidad de luz ofrece una idea de cómo se distribuye el flujo luminoso que emite una fuente de luz en el espacio.
- Es por esto que se conoce como intensidad de luz o luminosa al flujo luminoso emitido por unidad de ángulo sólido en una dirección concreta. Su símbolo es I y su unidad básica en el SI es la candela (cd),  $I (\text{W}/\text{str})$ , intensidad de luz unidad,  $\text{cd}=\text{lm}/\text{str}$ .
- **Luminancia (L):** La luminancia se puede describir como la cantidad de luz que llega al ojo, es decir, a la que el ojo es sensible, la que se ve. Sería la relación entre la intensidad luminosa y la superficie aparente vista por el ojo en una dirección determinada. Su símbolo es L y su unidad en el SI es la  $\text{cd}/\text{m}^2$ .
- **Iluminancia (E):** Se define a la iluminancia como el flujo luminoso recibido por una superficie. La iluminancia depende de la distancia de la fuente de luz al objeto iluminado. Su símbolo es E y su unidad el lux (lx) que es un  $\text{lm}/\text{m}^2$ .

#### 4.1.2.2. Eficacia Lumínica

Para definir la eficacia lumínica se deben tener claros dos conceptos básicos: cómo responde el ojo humano a la luz y su funcionamiento.

#### **4.1.2.2.1. Visión fotópica**

La curva de eficacia fotópica se extrapoló, mediante pruebas con "observadores estándares". Esto se hizo tomando una persona con visión normal, y haciéndole comparar el brillo de la luz monocromática a 555 nm. Donde el ojo tiene la mayor sensibilidad, con el brillo de otra fuente monocromática de diferente longitud de onda.

Para alcanzar el equilibrio, el brillo de la fuente de 555 nm. se redujo hasta que el observador estimaba que las dos fuentes tenían el mismo brillo. La fracción por la cual se redujo la fuente de 555 nm., mide la sensibilidad del observador a la segunda longitud de onda.

Este ejercicio se repitió con muchas longitudes de onda, así como en gran cantidad observadores. El promedio de los resultados proporciona la sensibilidad relativa del ojo a las varias longitudes de onda. En 1924, la Comisión Internacional sobre la Iluminación, la adoptó como la "curva de sensibilidad relativa del observador estándar C.I.E.".

Cada longitud de onda tiene un valor relativo de la sensibilidad del observador estándar: la eficacia luminosa a esa longitud de onda  $V_l$ . El valor de  $V_l$  se designa como 1 a 555 nm., y disminuye hasta cero al final del espectro visible. Esta curva está asociada con la visión diurna del ojo humano, también conocida como visión fotópica. En condiciones de poca luz, la curva de eficacia se desplaza en dirección al extremo de los azules del espectro, debido a la sensibilidad del ojo. Los cambios químicos en el ojo por la noche, desplaza nuestra visión hacia el rango escotópica. Esta diferenciación entre la visión clara y oscura está originada por la actividad de los bastones y conos de la retina, y sus sensibilidades a la luz.

A 555 nm, esta eficacia se traduce en un flujo luminoso de 683 lúmenes/vatio, y por consiguiente, en una fracción de esta cantidad, a cada lado de las longitudes de onda del espectro visible. Este valor se deriva directamente de la definición de candela.

#### **4.1.2.2.2. Visión escotópica**

La curva de eficacia escotópica, se estableció de la misma manera que la curva fotópica. Sin embargo, su sensibilidad está desplazada, haciendo pico a 507 nm, y disminuyendo



proporcionalmente de la misma manera que la curva fotópica. Esto da como resultado una curva escotópica que alcanza un valor relativo de cero en el espectro visible, antes que lo hace la curva diurna. Como consecuencia de este hecho, la visión nocturna ¡no percibe el rojo!

A la curva de eficacia escotópica se le asigna el valor unitario a 507 nm, y se representa por el símbolo *Vec*. Para determinar la eficacia luminosa espectral, el valor de eficacia escotópica *Vec*, se debe multiplicar por 1700 lúmenes por vatio. Este valor se ajustó de 1754, para permitir que ambas curvas obtuvieran el mismo valor a 683 lúmenes/vatio a 555 nm. De modo que una fuente que vemos con nuestros ojos adaptados a la oscuridad a 507 nm., produce 1700 lúmenes por cada vatio irradiado, y en cualquier otra longitud de onda, produce una fracción de ese valor basado en la curva de eficacia.

#### **4.1.2.3. Eficacia luminosa de la fuente de luz**

Estas curvas representan la eficacia luminosa espectral de la visión humana. El lumen se define de tal manera, que el pico de la curva de la visión fotópica, tiene una eficacia luminosa de 683 lúmenes/vatio. Este valor del pico fotópica, tiene la misma eficacia que el valor de la curva escotópica a 555 nm.

La visión escotópica es principalmente una visión de bastones, y la visión fotópica incluye los conos.

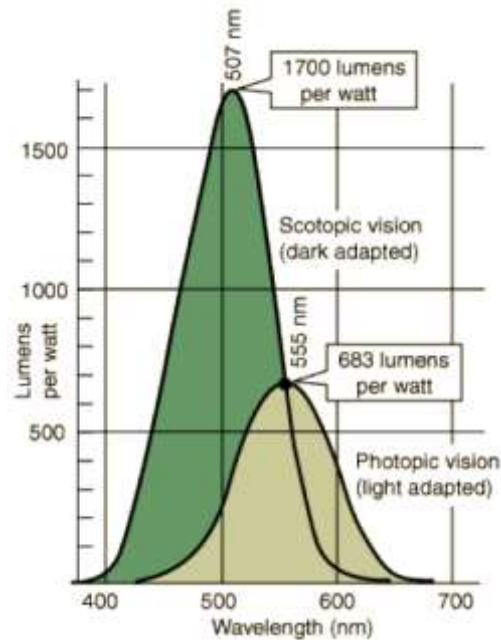
La curva de respuesta del ojo, junto con la distribución de energía espectral de un objeto luminoso, determina el color percibido del objeto.

La eficacia de una fuente de luz vendría a ser la relación entre la cantidad de luz generada por la lámpara y la potencia consumida para producirla.

Las diferentes fuentes de luz emiten una determinada cantidad de lúmenes por cada vatio de electricidad consumida. Se expresa en lúmenes por vatio, (lm/w).

La eficacia teórica máxima se produce cuando el 100 % de la energía eléctrica suministrada a la fuente de luz efectivamente se convierte en luz.

**Gráfico 27. Eficacia luminosa**



**Fuente:** <http://hyperphysics.phy-du/hbasees/vision/bright.html>

La eficacia luminosa efectiva, debería considerar simultáneamente:

- La “eficacia” de ese flujo luminoso, multiplicando la emisión de la radiación luminosa en cada banda por el factor de sensibilidad del ojo para esa radiación.
- E integrar al consumo de energía, el consumido por los eventuales equipos auxiliares.

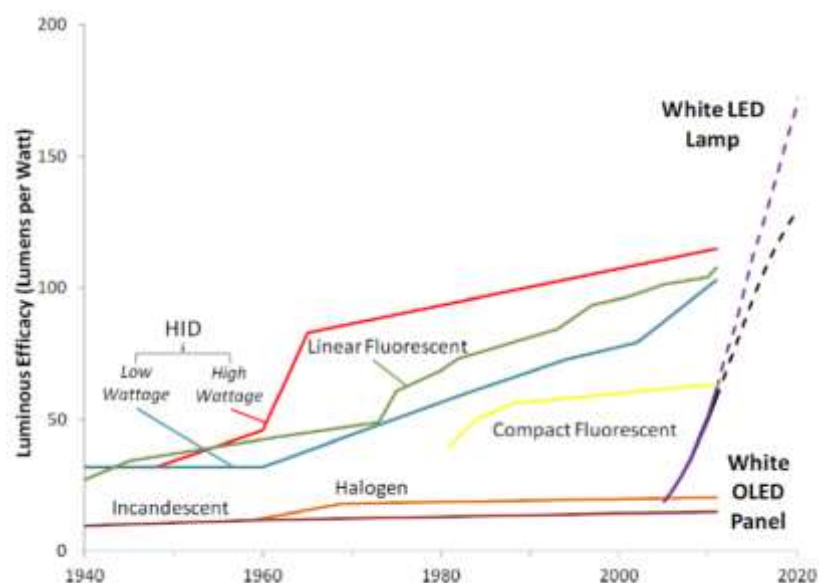
Para una fuente luz verde –amarilla monocromática, esta sería aproximadamente de 680 lm/W, mientras que para la luz blanca es solo de 200lm/W. Esta diferencia se debe a que el ojo humano no es igual de sensible a todos los colores, por ser más sensible a la luz verde-amarilla una lámpara que emita estos colores tendrá la efectividad más alta. El ojo es menos sensible a colores como el azul y el y el rojo y cualquier color que tenga estos colores, como es el caso de la luz blanca tendrá una eficacia menor que una luz verde amarilla monocromática.

Como se observa a continuación en el gráfico 2, la evolución que han tenido las diferentes tecnologías de fuentes de luz ha sido constante, en las de tipo fluorescente, mientras que en las de tipo incandescente la evolución no ha sido muy marcada en cuanto a mejorar la

eficacia lumínica. Sin embargo, claramente se observa que la evolución de las fuentes de luz de estado sólido, desde la pasada década, mantiene una acelerada y constante mejora en cuanto a eficacia lumínica.

Este desarrollo muy pronunciado y demostrado en varios estudios, hace prever que este tipo de tecnología de iluminación liderará el mercado de fuentes de luz en un futuro no muy distante.

**Gráfico 28. Eficacia histórica y predicción, de las fuentes de luz**



**Fuente:** Navigant Consulting, Inc. - Updated Lumileds

#### 4.1.2.4. Duración o tiempo de vida

Es imposible predecir la duración de una fuente de luz individual, este tiempo debe calcularse considerando una muestra significativa del tipo puntual de fuente de luz a estudiar.

Se define como vida promedio de una fuente de luz, a la cantidad de horas a las que deja de funcionar a un 50 % de las fuentes de luz, de un grupo suficientemente grande en condiciones normales de trabajo.

**Cuadro 13. Tiempo de vida estimado de las fuentes de luz**

Light Source	Range of Typical Rated Life (hours)* (varies by specific lamp type)	Estimated Useful Life (L <sub>70</sub> )
Incandescent	750-2,000	
Halogen incandescent	3,000-4,000	
Compact fluorescent (CFL)	8,000-10,000	
Metal halide	7,500-20,000	
Linear fluorescent	20,000-30,000	
High-Power White LED		35,000-50,000**

**Fuente:** DOE, Lifetime of White LEDs 2009

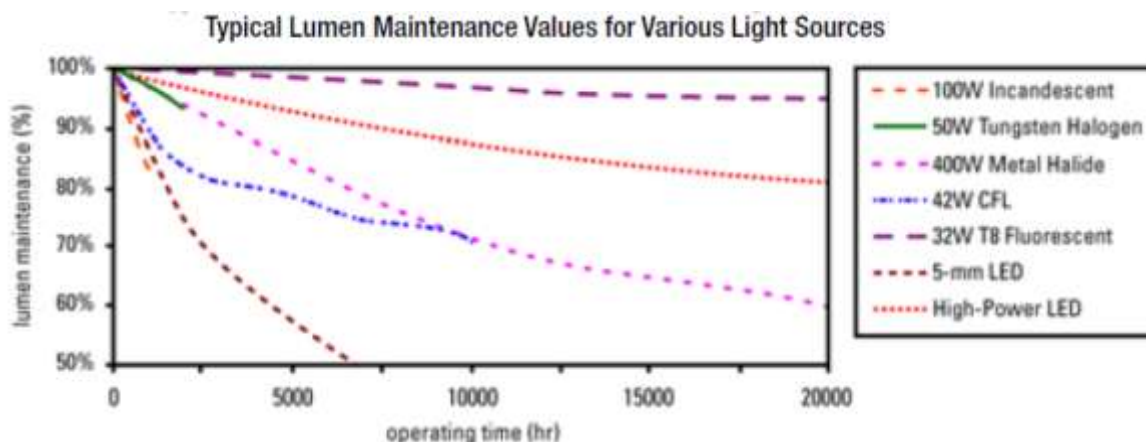
#### 4.1.2.5. Depreciación del flujo luminoso

Según el número de horas de funcionamiento que lleva una lámpara, esta va sufriendo una reducción en su emisión luminosa. La reducción mencionada se llama depreciación del flujo luminoso de una fuente o lámpara.

Por ejemplo, los filamentos incandescentes se van evaporando durante su uso y las partículas de tungsteno se depositan en las paredes de la bombilla. Lo anterior resulta en una depreciación típica del 10 al 15 % del flujo inicial de lúmenes durante las 1000 horas de uso de la fuente de luz incandescente.

Esta depreciación debe ser tomada en cuenta al calcular el valor de iluminancia de una instalación “en servicio”.

#### Gráfico 29. Depreciación del flujo luminoso



**Fuente:** DOE, Lifetime of White LEDs 2009

Las fuentes de luz pueden continuar funcionando con una reducción importante en el flujo luminoso, pero manteniendo constante su consumo.

El concepto de vida económica intenta definir cuál es el porcentaje tolerable de disminución de flujo. Dado que incluye factores económicos, este concepto puede incluir también el costo de los trabajos de mantenimiento asociados al remplazo de las lámparas.

#### 4.1.2.6. Posición de funcionamiento

Algunas lámparas presentan restricciones en relación con la posición de funcionamiento para evitar una reducción de la vida útil.

Las fuentes de luz del tipo LED son muy sensibles en este aspecto, ya que deben disipar el calor que producen una mala ubicación y poca ventilación produciría que se acorte su tiempo de vida.

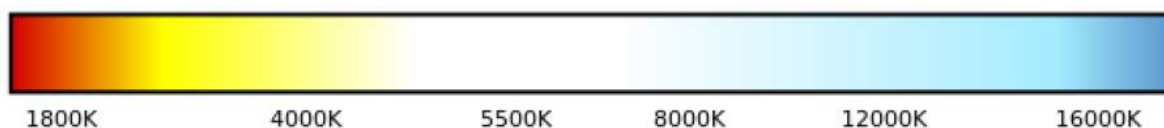
#### 4.1.2.7. Temperatura de color e índice de reconocimiento de colores

Las características de color que se recibe de una superficie están determinadas por el conjunto de las longitudes de onda reflejadas por la misma, del total del espectro de la luz incidente. El número, distribución de intensidad relativa de las líneas o bandas espectrales presentes en la zona visible del espectro, determinan la capacidad de reproducción de color de esa fuente.

Las lámparas de descarga presentan, en general, un espectro de bandas no continuo. Las lámparas basadas en la incandescencia, por el contrario, generan un espectro continuo, de emisión.

Se definió entonces, para estas, el concepto de temperatura de color correlacionada, esto es la temperatura de color de un radiador térmico más parecida a la fuente de descarga analizada.

**Figura 10. Representación aproximada de la temperatura según ciertos colores**



**Fuente:** [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Luz\\_fluorescente-LMB.png](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Luz_fluorescente-LMB.png)

Algunos ejemplos aproximados de temperatura de color:

- 1700 K: Luz de una cerilla
- 1850 K: Luz de vela
- 2800 K: Luz incandescente o de tungsteno (iluminación doméstica convencional)
- 3200 K: Tungsteno (iluminación profesional)
- 4000–4500 K: Lámpara de mercurio
- 5500 K: Luz de día, flash electrónico (aproximado)
- 5780 K: Temperatura de color de la luz del sol pura
- 6420 K: Lámpara de Xenón
- 9300 K: Pantalla de televisión convencional (CRT)
- 28000–30000 K: Relámpago

Lo anterior se refiere, exclusivamente, a la apariencia de color y no a la forma en que bajo esa luz es percibida una gama de colores, ya que el color de una superficie, está determinada por la reflexión selectiva que realice esta superficie de las longitudes de onda pertenecientes al espectro de luz incidente.

En 1965 la CIE (Comisión Internacional d'Eclairage), desarrolló un método para evaluar comparativamente la capacidad de reproducir los colores de distintas fuentes de luz con base en el examen de 8 a 14 colores de discriminación crítica.

El procedimiento consiste en evaluar comparativamente el porcentaje de aciertos en la discriminación de los colores de la fuente en estudio, en relación con un radiador térmico de la misma temperatura de color correlacionada. La evaluación es global sobre el total de los tonos evaluados. La calificación oscila en una escala de 0 a 100.

## **4.2. Localización**

La disposición de bombillos LED para los clientes del sector residencial de CNFL se encontrarán en cada una de las sucursales con que CNFL cuenta para la atención de sus clientes en los 920,9 km<sup>2</sup> de área servida.

## **4.3. Aspectos geográficos y socioeconómicos**

El área servida por CNFL se ubica en parte de la región central del país, abarca 10,669 km<sup>2</sup>, por lo tanto, es la más grande y más densamente poblada de las que se subdividió el país.

Tiene una población en 2015 de 3.001.345, un total de hogares de 904.141, con un ingreso promedio por hogar de ¢1.1174.569, presenta una tasa de ocupación de 56,7 %.

La región Central presenta para 2015, un ingreso per cápita del hogar de ¢414.962, mostró un crecimiento de 0,05 % con respecto a 2014, como se aprecia en el siguiente cuadro.

**Cuadro 14. Principales características de los hogares y de las personas por quintil de ingreso per cápita del hogar según región de planificación (excluye servicio doméstico y pensionistas que viven en los hogares) Julio 2015.**



Región de planificación y principales características de los hogares y de las personas	Total	Quintil de ingreso per cápita				
		I	II	III	IV	V
<b>Central</b>						
<b>Características de los hogares</b>						
Total de personas	3 001 345	658 411	682 433	619 589	561 291	479 621
Total de hogares	904 141	180 915	180 865	180 724	180 890	180 747
Miembros por hogar	3,32	3,64	3,77	3,43	3,10	2,65
Fuerza de trabajo por hogar	1,64	1,21	1,60	1,88	1,84	1,66
Ocupados por hogar	1,51	0,93	1,43	1,77	1,78	1,63
Ingreso promedio por hogar <sup>1/</sup>	1 174 569	259 940	567 047	849 277	1 313 724	2 883 952
Ingreso per cápita por hogar <sup>1/</sup>	414 862	70 255	150 758	248 757	425 419	1 179 582
Porcentaje de hogares con jefatura femenina	37,7	42,4	38,4	38,0	36,6	33,2
Distribución porcentual del ingreso de los hogares	100,00	4,43	9,66	14,45	22,38	49,08
<b>Características de las personas</b>						
Relación de dependencia demográfica <sup>2/</sup>	0,42	0,67	0,52	0,33	0,31	0,30
Relación de dependencia económica <sup>3/</sup>	1,03	2,02	1,36	0,82	0,69	0,60
Horas semanales trabajadas en la ocupación principal	43,31	36,31	43,73	44,30	45,33	43,70
Escolaridad promedio personas de 15 años y más	9,24	6,71	7,62	8,64	10,41	13,32
Tasa de desempleo abierto	7,8	22,6	10,4	5,9	3,2	1,7
Tasa neta de participación	61,5	47,6	55,6	65,3	68,8	70,7
Tasa de ocupación	56,7	36,8	49,8	61,5	66,5	69,5

Fuente: INEC. Encuesta Nacional de Hogares (ENAH0) 2015.

#### 4.4. Especificaciones técnicas del producto

El producto deberá contemplar al menos las siguientes especificaciones técnicas:

##### Aplicación

Se requiere un bombillo que sea útil para aplicaciones residenciales, específicamente diseñada para uso en interiores.

##### Construcción

Una base de aluminio alojada en el interior de un plástico asistencias del cuerpo de la lámpara en una rápida disipación del calor. Esta lámpara cuenta con una cubierta de PC de alta calidad, la transmisión de luz y alta uniformidad + de la luz, así como un deslumbramiento, lo que la convierte en resistente. Esta lámpara de alta calidad consume al menos, menos energía que las bombillas incandescentes típicas. Base de conexión es E26.

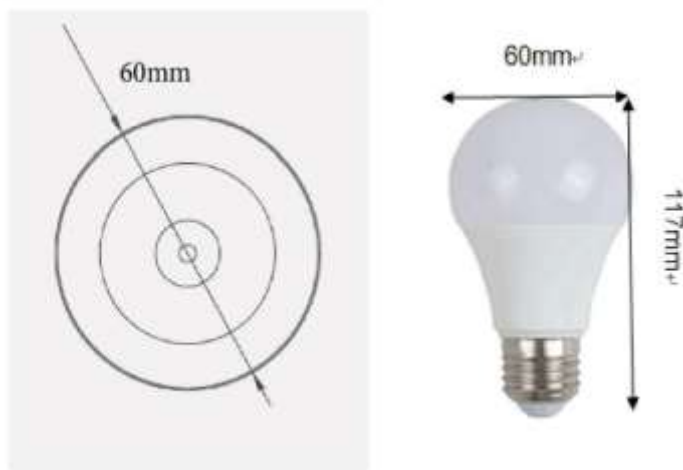
## Óptica y LED

La alta eficiencia SMD2835 LED proporciona una iluminación uniforme. Colores temperaturas están disponibles en 3000K y 5000K. La calificación CRI es +70. Estas bombillas energéticamente tienen eficiente flujo, alto luminoso reaches 85 + LM por vatio. El ángulo superior de 280 ° haz asegura la máxima extensión de la luz.

## Eléctrico

El "Voltaje" operando estándar es de 120 VAC / 60Hz. Esta lámpara es regulable cuando se utiliza con los amortiguadores TRIAC. La vida útil de funcionamiento de esta lámpara es de 25.000 horas cuando se utiliza en temperaturas ambientales de -20 ° C a 40 ° C. La función de este bulbo puede verse comprometida si cubierto con cualquier tipo de material aislante térmico.

**Figura 11. Bombillo LED de 9 Watt**



**Fuente:** Catálogo fabricante Yes Led Lighting

**Cuadro 15. Especificaciones técnicas Bombillo LED 9 Watt**

<b>Estructura</b>	Alojamiento	Plástico térmico y aluminio ( blanco)
	Lente	Polycarbonato
	LED	SMD 2835
	Ángulo del haz	280°
	Base	E26
<b>Eléctrico</b>	Potencia	9 Watt
	Voltaje	120 VAC / 60Hz
	Intensidad	Yes
	CRI	> 70
<b>Características</b>	Flujo luminoso	800 lm +/-
	Lumen / Watt	> 85 LM / Watt
	CCT (K) Color	5000K
	Vida útil	25,000 horas
	Reemplaza	Hasta 45 W bombilla incandescente
	Aplicación	Hogar, oficina, hotel , tiendas minoristas

**Fuente:** Catálogo fabricante Yes Led Lighting

## **5. CAPÍTULO V: ESTUDIO AMBIENTAL - EVALUACIÓN DEL CICLO DE VIDA**

A continuación se esbozan elementos de la metodología denominada Análisis del ciclo de vida (LCA por sus siglas en inglés life cycle assessment) aplicada al tema de las luminarias; dicho análisis es uno de los métodos utilizados para analizar y evaluar la energía, consumo de materiales, emisiones y otros residuos generados durante la vida útil de un producto, y durante los últimos años, se han realizado diferentes evaluaciones de este tipo en productos de iluminación.

Mientras que muchos LCA consideran productos similares, existe variación en los resultados, ya que depende de la definición de los objetivos, alcance y límites. Por lo tanto, hay que considerar que los resultados de cada investigación se basan en una amplia variedad de supuestos. Considerando estas variaciones significativas, el siguiente procedimiento general se utiliza con el fin de estandarizar los datos del ciclo de vida previstos en el presente estudio de LCA.

1. Determinar características, tipo de las fuentes de luz a estudiar y definir una unidad funcional para ser utilizada como medida común y que permita la comparación de los impactos energéticos en los tres tipos de fuentes de luz.
2. Identificar las fases del ciclo de vida para obtener conclusiones sobre el consumo de energía. Extraer todos los datos de LCA relevantes de los estudios existentes.
3. Agregar resultados propios y comparar los valores mínimo, máximo y promedio de las características energéticas de las fuentes de luz.

### **5.1. Impacto ambiental de fuentes de luz durante su producción, tiempo de vida y desecho**

Las normativas redactadas para reducir el impacto ambiental y las emisiones de CO<sub>2</sub> principalmente, han llevado a los países tanto desarrollados como en vías de desarrollo a plantearse metas a corto plazo para reducir el consumo energético lo máximo posible y en el menor periodo.

Gracias a eso han aparecido en el mercado de iluminación nuevos tipos de fuentes de luz e incluso, ha surgido la tendencia a prohibir el uso de otras -como es el caso de las menos eficientes fuentes de luz incandescentes tradicionales-.

El acelerado cambio que se pretende, tiene como finalidad reducir los consumos eléctricos, por tanto, se ha incentivado a los consumidores especialmente, a usar fuentes de luz del tipo lámpara fluorescente compacta (LFC). Esto ha traído, sin duda, beneficios en la cantidad de energía utilizada en el sector residencial, incluso, es un ahorro para el consumidor, sin embargo, esta penetración dentro del mercado aun no cumple con las expectativas propuestas, ya que las fuentes de luz más utilizadas son los bombillos incandescentes.

Finalmente, en el mercado aparece otro tipo de solución, que es la iluminación basada en tecnología LED, que promete ser, según proyecciones y estudios, la que domine el mercado en el futuro por sus características técnicas y, especialmente, por su eficiencia energética incluso superior a las fluorescentes compactas.

Se tratará de clarificar el ciclo de vida y su impacto ambiental de estos tres tipos de fuentes de luz.

#### **5.1.1. Unidad Funcional**

Considerando que se ejecutará un estudio sobre diferentes fuentes de luz, se debe tener muy en cuenta que la tecnología que usa cada una de ellas difiere considerablemente la una de la otra, y que sus principales diferencias se basan tanto en funcionamiento como en las características de materiales utilizados. Es por esto que algunas de sus características varían tanto en su funcionamiento y rendimiento. Cuando se realiza un LCA el consumo de energía es importante que los productos sean comparados con una base equivalente entre ellos.

Entre lámparas incandescentes y las LFC, según estudios anteriores, la energía contenida en la manufactura de estos productos no varía significativamente en los lúmenes emitidos, watts, o tiempo de vida, por ser tecnologías que relativamente están estancadas en el desarrollo de su rendimiento.

Las lámparas LED mencionadas anteriormente, no siempre se pueden considerar como ejemplos válidos de comparación, por este motivo. En la actualidad los lúmenes medios emitidos por los LED ascienden a 400.

### Cuadro 16. Rendimiento convencional de las fuentes de Luz

<u>Tipo bombillo</u>	<u>Watts</u>	<u>Lúmenes</u>	<u>Vida útil</u>
Bombillo incandescente	60	900	1.000
LFC	15	900	8.500
Bombillo LED	9	800	25.000

**Fuente:** 2011 DOE Solid State Lighting Multi Year Program Plan

Varios estudios para cuantificar la cantidad de energía en el LCA de las fuentes de luz plantean como unidad funcional el tiempo de vida útil de la fuente. Pero considerando simplemente este factor, las equivalencias entre las fuentes de luz a estudiar podrían discrepar, debido a que para este estudio la unidad funcional que se considera más adecuada sería, la de lumen-hora, debido a que la principal función de una fuente de luz es brindar luz, durante un tiempo de vida determinado.

Es por esto que:

$$Uf = \phi FL \times Tvida$$

Donde Uf es unidad funcional, en lúmenes-hora

$\phi FL$  es Flujo luminoso producidos por la fuente de luz, en lúmenes

Tvida es Tiempo de vida estimado de la fuente de luz, en horas

Como ejemplo en la ilustración siguiente se observa que un LED de 9 Watt, produce 800 lúmenes, por su largo tiempo de vida útil de aproximadamente unas 25.000 horas, considerando esto, 20 millones de lúmenes-hora sería la unidad funcional para comparar las tres fuentes de luz. Así que las lámparas incandescentes y las fluorescentes compactas producen una menor unidad funcional, la energía del ciclo de vida de estas necesariamente se multiplicara por el número de fuentes de luz necesarias para alcanzar esta equivalencia.

**Figura 12. Número de lámparas necesarias para abastecer con 20 millones lúmenes-hora**



**Fuente:** Elaboración propia

Como se muestra en la figura anterior, una lámpara incandescente produce 900 lúmenes y tiene un tiempo de vida de 1.000 horas, se necesitarían veintidós fuentes de luz para proveer de 20 millones lúmenes-hora de luz.

De la misma forma, una fluorescente compacta con un flujo de 900 lúmenes y un tiempo de vida de 8.500 horas necesitaría 3 fuentes de luz de este tipo para cumplir con la producción de un LED.

### 5.1.2. Fases del ciclo de vida de las fuentes de luz

En los párrafos siguientes se muestra de forma sucinta algunas consideraciones para estudio el ciclo de vida completo de las tres fuentes de luz, puntualmente el bombillo incandescente, las fluorescentes compacta y los bombillos LED. El suministro de energía, empleo de materiales y otros datos relevantes se determinaron en detalle para todos los componentes y procesos de producción de las fuentes de luz.

Básicamente, los procesos del ciclo de vida de un producto se simplifican y agrupan en cinco fases principales como se describe en la ilustración 2. Estas fases incluyen la adquisición de las materias primas, el procesamiento de la materia, la manufactura y el ensamblaje; el uso y el fin; y el de la vida útil del producto.

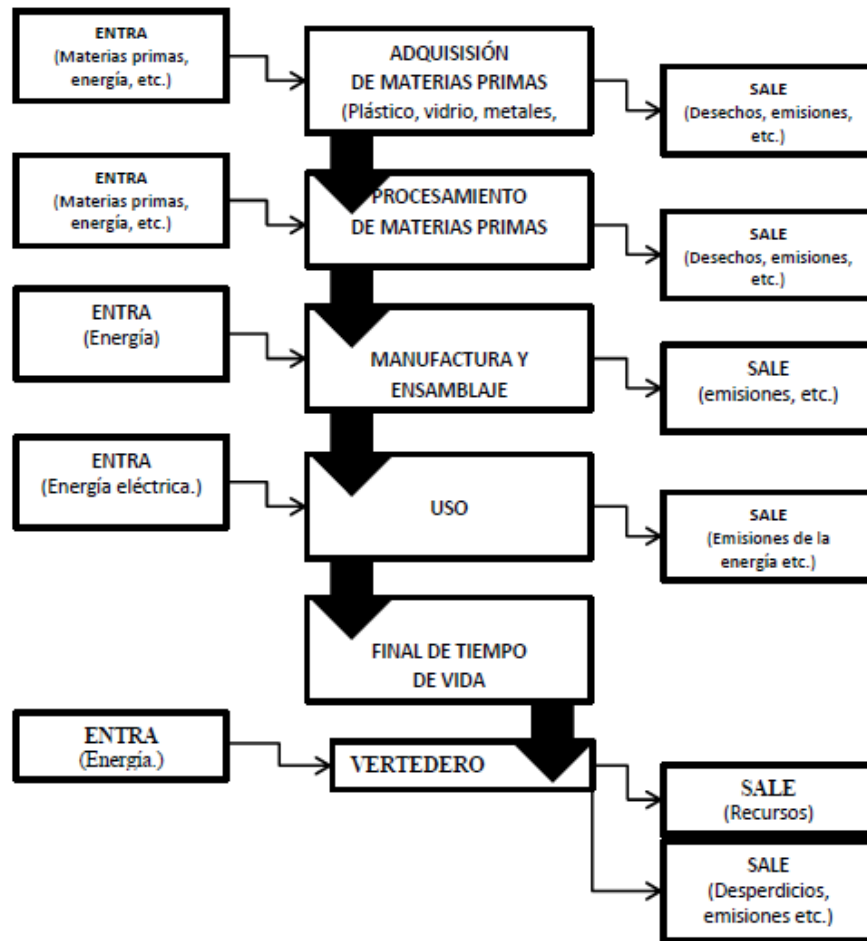
Los puntos críticos de impacto se describen a continuación, se dividen en las cinco etapas del ciclo de vida, que son



- I. **Adquisición de materias primas:** describe la extracción de las materias primas. Se toma en cuenta la extracción de materias no renovables, tales como el aluminio para el disipador de las fuentes de luz de LED, mercurio para el tubo fluorescente de una LFC, o tungsteno para el filamento de una fuente tipo incandescente.
- II. **Procesamiento de materias primas:** Aquí se considera todas las actividades que convierten las materias primas en una forma que puede ser utilizado para fabricar un producto final.
- III. **Manufactura y ensamblaje:** Es la fase en la cual se toma el material fabricado y se lo procesa en un producto que está listo para ser empaquetado. Los productos empaquetados son transportados en camión, tren, avión o buque de carga a las instalaciones de distribución de donde son transportados a los puntos de venta o directamente al consumidor.
- IV. **Uso:** En esta fase es en la que el consumidor utiliza realmente el producto. A partir de que el producto se distribuye al consumidor, todas las actividades asociadas con la vida útil del producto se incluyen en esta fase. Esto incluye las demandas de energía necesarias su el funcionamiento.
- V. **Fin de la vida útil:** Es la etapa en la cual el consumidor ya no necesita el producto o este ha dejado de brindar su servicio. Incluye los requerimientos de energía y los desechos ambientales asociados con la eliminación y/o reciclado del producto o material.

La fase final de su vida útil también ofrece la oportunidad para que los materiales de la fuente de luz que ha cumplido su ciclo de vida puedan ser reutilizados. Por ejemplo, varios procedimientos normalizados de reciclaje se han implementado dentro de los EE.UU. y la Unión Europea, especialmente para las LFC. Además, debido a la cantidad significativa de aluminio que a menudo se utiliza para el disipador de calor de una lámpara de LED, los impactos ambientales del ciclo de vida de los productos LED podrían reducirse significativamente mediante la reutilización, reacondicionamiento o reciclaje de este material. Sin embargo, actualmente no hay procedimientos estandarizados para el reciclaje de productos de lámpara LED.

**Figura 13. Fases del ciclo de vida de las fuentes de luz**



**Fuente:** Estudio de impacto ambiental de las fuentes de luz durante: su producción, tiempo de vida y desecho. Santiago Enríquez, 2012

### 5.1.2.1. Fase de manufactura

En esta fase se consideran tres de las cinco fases del ciclo de vida: adquisición de materias primas, procesamiento de materias primas, manufactura y ensamblaje.

Como primer paso para determinar la energía necesaria para la producción de las diferentes fuentes de luz. Se procede a medir la masa de cada uno de los elementos que componen la fuente de luz y comparar estas mediciones con los resultados de estudios anteriores para verificar si los resultados obtenidos se encuentran dentro de los rangos de esos estudios.

Como referencia se utilizará el cuadro siguiente, de un estudio previo del Departamento de Energía de los Estados Unidos, donde se representan los componentes más comunes y sus respectivos materiales de cada tipo de fuente de luz.

**Cuadro 17. Componentes generales y materiales comúnmente usados en las fuentes de luz**

Componente	Bombillo incandescente	LFC	Bombillo LED
<b>Rosca tipo E27 o Edison</b>	Lámina de acero	Lámina de acero	Lámina de acero
<b>Base</b>	Cobre, soldadura, aislante	Cobre, soldadura, aislante	Cobre, soldadura, aislante, porcelana
<b>Balastro / driver</b>	N / D	Tabla impresa de circuitos, resistores, transistores, inductores, incapacitores, diodos, cable cobre	Tabla impresa de circuitos, resistores, transistores, inductores, incapacitores, diodos, cable cobre, tubería de teflón
<b>Disipador de calor</b>	N / D	N / D	Aluminio, cobre, plástico
<b>Módulo LED</b>	N / D	N / D	LED, aluminio, cable de cobre, plástico
<b>Contenedor</b>	N / D	Plástico, vidrio, cable de cobre	Plástico, vidrio, cable de cobre
<b>Filamento</b>	Tungsteno	Electrodos	N / D
<b>Gas</b>	N / D	Mercurio	N / D
<b>Óptica</b>	Vidrio	Tubo de vidrio	Vidrio, plástico
<b>Masa total (g)</b>	23-32	91-110	83-290

**Fuente:** DOE, Life-Cycle Assessment of Energy and Environmental Impacts of LED Lighting Products, 2012

Como se observa en el cuadro anterior, la diferencia entre cada una de las fuentes de luz es evidente, esto se debe al tipo de tecnología que cada una de ellas utiliza, la menor masa de las fuentes de incandescencia claramente da una pauta de que su producción demandará una menor cantidad de energía.

**5.1.2.1.1. Bombillo incandescente**

A continuación se exponen las medidas realizadas con un bombillo incandescente, la mayor cantidad de masa de una bombilla incandescente se debe al vidrio utilizado, y se encuentra dentro del rango de masa del estudio de referencia (siguiente cuadro).

**Cuadro 18. Componentes y masa de una lámpara incandescente**

Philips CLASSIC A		
Componente	Material	Masa (g)
Base	Lamina de acero	1.60
Filamento	Tungsteno	0.03
Base aislante	Vidrio negro	2.30
Vidrio interior	Vidrio	2.25
Bombilla	Vidrio	19.70
Aislante		1.00
Total =		26.88

**Fuente:** Estudio de impacto ambiental de las fuentes de luz durante: su producción, tiempo de vida y desecho. Santiago Enríquez, 2012

#### 5.1.2.1.2. Lámpara fluorescente compacta

El uso del metal en los componentes electrónicos se hace evidente en el aumento de masa de la fuente de luz.

**Cuadro 19. Componentes y masa de una LFC**

Philips Tornado Spiral		
Componente	Material	Masa (g)
Base	Lamina de acero	4.80
Base pins	Cobre	1.80
Base aislante	Vidrio negro	4.80
Tubo de vidrio	Vidrio	32.70
Base plástica	PVC	16.80
Tarjeta impresa		4.50
Ensamblaje de la tarjeta		24.70
Aislante		3.43
Ensamblaje de electrodos		1.75
Total =		95.28

**Fuente:** Estudio de impacto ambiental de las fuentes de luz durante: su producción, tiempo de vida y desecho. Santiago Enríquez, 2012

#### 5.1.2.1.3. Estado sólido LED

Finalmente se muestran los resultados de las mediciones de la fuente de luz tipo LED. Aquí se puede apreciar que pesar del uso de componentes más complejos, la masa de una LED no aumenta en gran medida en comparación con una LFC, incluso en nuestro caso, ha disminuido.

En este caso los componentes metálicos generan la mayor cantidad de masa dentro de una fuente de luz tipo LED.

**Cuadro 20. Componentes y masa de una LED**

Philips MASTER LED bulb		
Componente	Material	Masa (g)
Bombilla de vidrio	Vidrio	10.70
Conectores	Cobre	0,50
LEDs		1.50
Anillo disipador de calor	Aluminio	5.70
Disipador exterior	Aluminio	18.10
Disipador interior	Aluminio	13.10
Aislante de la base	Acrílico, policarbonato	4.20
Aislante interior	Acrílico, policarbonato	6.60
Tarjeta de circuitos, capacitores, resistores transistores, diodos		10.1
Base	Lamina de acero	13.20
Total =		83.70

**Fuente:** Estudio de impacto ambiental de las fuentes de luz durante: su producción, tiempo de vida y desecho. Santiago Enríquez, 2012

#### 5.1.2.2. Fase de uso

La fase de uso del ciclo de vida de las fuentes de luz, está relacionado con el consumo de electricidad de estos aparatos para cumplir su función que es la de proporcionar luz. La mayoría de los estudios de LCA realizados hasta la fecha, incluyen estimaciones para el consumo de energía generado por la utilización cada una de las fuentes de luz.

Si se utilizan las características de rendimiento del consumo de energía primaria para cada tipo de lámpara, se calculará por unidad funcional de 20 millones de lumen-hora.

El cálculo para la etapa de uso del ciclo de vida representa la energía necesaria para una lámpara para proporcionar 20 millones lumen-hora, que es igual al tiempo de vida útil de iluminación proporcionada por una lámpara del tipo LED. Por lo tanto, en el caso un bombillo incandescente la fase de uso es la energía consumida durante la vida operativa de 18 lámparas (con una vida útil de 1.000 horas por lámpara). Mientras que para las LFC de la fase de uso es la energía consumida durante la vida útil de alrededor de 3 lámparas (suponiendo una vida útil de 8.500 horas por lámpara).

La demanda de energía primaria o de la demanda de energía acumulada, vendría a ser, la energía necesaria para que el producto cumpla las distintas etapas de su ciclo de vida.

La energía primaria es la energía contenida en los recursos naturales, como el carbón, el petróleo, la luz solar, uranio, entre otros, que todavía no ha sufrido ninguna transformación.

El consumo de energía primaria se expresa en kWh.

**Cuadro 21. Energía empleada en fase de uso**

Tipo bombillo	Watts	Vida útil	Equivalencia en lámparas para 20 millones lumen /h	Energía consumida en fase de uso (kWh / 20 millones lumen-h)
Bombillo incandescente	60	1.000	22	1.320 kWh
LFC	15	8.500	3	383 kWh
Bombillo LED	9	25.000	1	225 kWh

**Fuente:** Elaboración propia

Debido a la baja eficacia de la iluminación incandescente, los resultados indican que su consumo en la fase de uso, es considerablemente mayor, en comparación tanto con la LFC como con la fuente de luz LED.

Al evaluar la fase de uso de las incandescentes, las LFC y las LED de uso residencial, es importante tener en cuenta la significativa desventaja que tienen, en esta fase, las lámparas incandescentes, lo que ha llevado a la redacción de normativas y reglamentos para desalentar su utilización por parte de los consumidores, para a procurar su desaparición total del mercado.

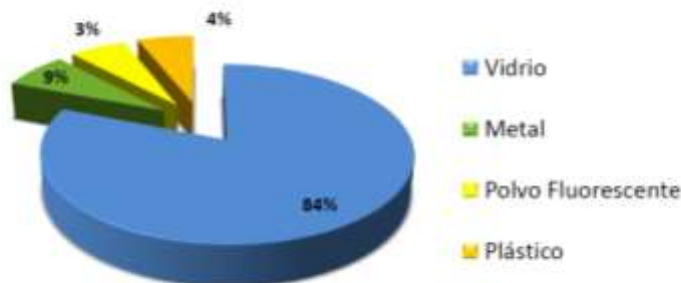
### 5.1.2.3. Residuos

En el caso de las luminarias, el proceso de reciclado suele iniciar de forma manual, seguido por un proceso industrial de molienda y separación de metales, con el fin de aprovecharlos como materias primas secundarias, con lo que se intenta obtener la mayor posible concentración de metales.

La primera fase del proceso de reciclado corresponde al desmontaje y descontaminación. Este proceso de descontaminación consiste en separar y clasificar normalmente de forma manual los componentes peligrosos que puedan aparecer en las luminarias, en estos casos, se refiere a los diferentes tipos de lámparas o las baterías, acumuladores o condensadores

que puedan llevar las fuentes de luz en su interior. Este proceso es estrictamente necesario para dar un correcto tratamiento y reciclado a estos componentes peligrosos de forma separada.

**Gráfico 30. Porcentaje de residuos obtenidos en el reciclaje de luminarias**



**Fuente:** AMBILAMP, España

Hay consenso que todos los materiales de estas bombillas deben ser adecuadamente tratados, de manera que se recuperará, por un lado el mercurio, una sustancia peligrosa que puede afectar a la salud humana y al medio ambiente, y, por otro lado, el vidrio y el metal para su posterior aprovechamiento. De igual manera, su recuperación depende de la sensibilización del usuario, un marco legal pertinente y una logística adecuada de las empresas involucradas en la temática.

### **5.1.3. Comparación ente los tipos de fuentes de luz**

Para comparar las fuentes de luz y su impacto ambiental existen factores de riesgo especiales ya catalogados por normativa, como factores de riesgo o su potencialidad de que durante todo su ciclo de vida, un producto impacte de forma negativa al medio ambiente, los más comúnmente utilizados son los siguientes:

#### **i. Potencial de calentamiento global**

El potencial de calentamiento global (GWP, por sus siglas en inglés, Global Warming Potential) es un índice para medir la contribución al el calentamiento global de una sustancia que se libera en la atmósfera. El GWP es impactado principalmente por la emisión de gases de efecto invernadero, es decir, el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y el metano

(CH<sub>4</sub>). Se calcula para un período de tiempo de 100 años. El GWP es medido en CO<sub>2</sub> equivalentes.

## **ii. Potencial de acidificación**

El potencial de acidificación (AP, por sus siglas en inglés, Acidification Potential) calcula la pérdida de la base de nutrientes (calcio, magnesio, potasio) en un ecosistema, y su sustitución por elementos ácidos causados por la contaminación atmosférica.

La acidificación se origina a partir de las emisiones de dióxido de azufre y óxidos de nitrógeno. Aquí el AP está determinado por el nitrógeno (NO<sub>2</sub>) y el dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>). En el ambiente, estos óxidos reaccionan con el vapor de agua y forman ácidos que caen hacia la tierra en forma de lluvia o nieve, o como desperdicios sólidos. Esto afecta a los suelos, al agua, la flora y la fauna, e incluso puede dañar los materiales de construcción. La lluvia ácida es conocida por el daño que causa a los bosques y los lagos. AP se mide en equivalentes de SO<sub>2</sub>

## **iii. Fotoquímica del ozono**

El ozono protege la estratosfera, pero al nivel del suelo es tóxico para los seres humanos en altas concentraciones. Ozono fotoquímico, también llamado, Ozono troposférico, Está formado por la reacción de compuestos orgánicos volátiles y óxidos de nitrógeno en la presencia de calor y la luz solar. iii. iii. La Fotoquímica del ozono (POCP, por sus siglas en inglés) depende, en gran medida, de las cantidades de monóxido de carbono (CO), dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>), óxidos de nitrógeno (NO), amonio y COVNM (non-methane volatile organic compounds, compuestos orgánicos volátiles sin metano). POCP también conocido como smog de verano se mide en equivalentes de eteno.

### **5.1.4. Potencial de toxicidad en humanos**

El potencial de toxicidad en humanos (HTP, por sus siglas en inglés), es un índice que refleja el potencial daño de una unidad de sustancia química liberada en el medio ambiente, se basa tanto en la inherente toxicidad de un compuesto y su dosis potencial. Estos subproductos, principalmente arsénico, sodio bicromato, y fluoruro de hidrógeno, son causados, en su mayor parte, por el consumo de energía.



Estos serían los productos químicos potencialmente peligrosos para los seres humanos por inhalación, ingestión e incluso por contacto. Potencialmente cancerígenos. El potencial de toxicidad en humanos (HTP) se mide en equivalentes de 1,4-diclorobenceno.

**Cuadro 22. Comparación de las fuentes de luz y su impacto ambiental**

<b>Lamp Type</b>	<b>Global Warming Potential (GWP)</b> <i>kg CO<sub>2</sub>-Eq</i>	<b>Acidification Potential (AP)</b> <i>kg SO<sub>2</sub>-Eq</i>	<b>Photochemical Oxidation (POCP)</b> <i>kg formed O<sub>3</sub></i>	<b>Stratospheric O<sub>3</sub> depletion (ODP)</b> <i>kg CFC-11-Eq</i>	<b>Human Toxicity Potential (HTP)</b> <i>kg 1,4-DCB-Eq</i>
Incandescent	1031.640	7.90790	0.0458570	0.0000111	205.4860
CFL	304.879	2.27035	0.0162390	0.0000052	67.6920
LED-2012	251.025	1.75115	0.0125682	0.0000038	60.4102

**Fuente:** Departamento de Energía de los Estados Unidos. Life-Cycle Assessment of Energy and Environmental Impacts of LED Lighting Products.

Durante todo su ciclo de vida la que más desventajas presenta es la lámpara incandescente ya que, por su gran consumo de energía y corto tiempo de vida las hacen muy desfavorables para el medio ambiente.

Esta energía generada y utilizada durante su vida útil es prácticamente la que le da estos valores tan altos a las lámparas incandescentes.

## **6. CAPÍTULO VI: ESTUDIO FINANCIERO**

Este capítulo tiene como principal objetivo realizar la evaluación financiera de la venta de bombillos LED de 9 W a clientes del sector residencial de la CNFL, mediante la determinación de los principales indicadores financieros con el fin de determinar la viabilidad del proyecto

El apartado financiero del estudio permite medir la rentabilidad del proyecto, lo cual muestra la razón fundamental para invertir en el mismo. Este estudio presenta una serie de supuestos, la proyección de los flujos netos de efectivo es a 5 años.

Se realizan 4 escenarios, para abarcar una gama amplia de posibles situaciones que se podrían presentar durante la vida del proyecto. Sin embargo, el escenario más probable es el proyecto con financiamiento.

Para cada escenario se mostrarán los métodos de evaluación financiera comunes, VAN, TIR, VANA, RCBA, PRD, entre otros. Basándose en estos indicadores se realizará una comparación de los escenarios.

### **6.1. Propuesta financiera del proyecto**

Se establecen los principales aspectos financieros y económicos mediante los cuales se establecerán los supuestos aplicables al proyecto, se realizarán presupuestos de inversión, estimación de ingresos netos y proyecciones de gastos sobre los distintos rubros que afectarán el proyecto, así como también, la estimación de gastos financieros y amortizaciones producto del financiamiento del proyecto.

#### **6.1.1. Supuestos y premisas claves del proyecto**

En el cuadro 1 se establecen los supuestos clave con los que se realizará la evaluación financiera del proyecto.

#### **Cuadro 23. Supuestos clave**

Cantidad de bombillos LED a vender	1.546.056
Precio venta bombillos LED 9 W	\$9,0
Plazo ejecución proyecto	2 años
Fecha estimada de inicio del proyecto	2018
Plazos máximos de financiamiento a clientes	3 años
Tasa interés fija	8,00%
Costo estimado de los bombillos LED 9 W	\$2,9
Costo de disposición bombillos	\$2,25 kg
Peso promedio bombillos incandescentes	26,88 g
Peso promedio LFC	95,28 g
Gastos de comercialización	2,00% ingresos
Gastos administrativos	1,00% ingresos
Almacenaje y distribución	0,50% ingresos

**Fuente:** Elaboración propia

Como se aprecia en el cuadro, a los clientes se les brindará la opción del adquirir los bombillos LED de 9 W financiados a un plazo de 3 años, también que se promocionará la recepción de los bombillos viejos, por la compra de los nuevos, es por tal razón que se consideran los costos de la disposición final de los bombillos.

Existen otras consideraciones importantes a tener en cuenta en la evaluación financiera del proyecto, como los son los tipos de cambio del colón con respecto al dólar y al inflación de EE.UU.

Para la evaluación financiera, se utilizarán las premisas indicadas por Grupo ICE para la evaluación financiera de proyectos, las cuales se indican en el siguiente cuadro.

#### **Cuadro 24. Premisas económicas**

<b>Premisas de tipo de cambio e inflación</b>					
	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>	<b>2021</b>	<b>2022</b>
<b>Tipo de cambio de venta promedio</b>	555,97	561,42	566,92	572,48	578,09
<b>Inflación EEUU. (final del año)</b>	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%

**Fuente:** Gerencia Corporativa de Administración y Finanzas (ICE).

Se utilizará como parámetro en la proyección de los costos anuales, la inflación anual de EEUU, ya que los flujos de efectivo esperados serán en dólares.

### 6.1.2. Presupuesto de inversión

Para el desarrollo del proyecto, se utilizará toda la infraestructura, física, organizativa, y logística que ya CNFL posee para coadyuvar en su giro normal de operaciones.

Las inversiones que deberán realizarse serán básicamente mobiliario para exhibir los productos en las sucursales y los bombillos LED de 9 W, como se muestra en el cuadro 1.

**Cuadro 25. Presupuesto de inversión**

<b>Detalle</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidades</b>	<b>Costo unitario</b>	<b>Costo total</b>
Mostrador de madera	Pieza	10	\$150,0	\$1.500,0
Bombillos LED 9 W	Unidades	1.546.056	\$2,9	\$4.483.562,4

**Inversión Total: \$4.485.062,4**

**Fuente:** Elaboración propia

Los recursos financieros para la compra de los bombillos, será establecido mediante requerimientos en el cartel de contratación y tendrá una un peso importante dentro de la valoración integral de la oferta, en la siguiente tabla se muestra como sería la evaluación de premisas del cartel.

**Cuadro 26. Criterios de evaluación de las ofertas**

<b>Item</b>	<b>Porcentaje</b>
Precio	0,6
Condiciones de financiamiento	0,2
Plazo de entrega	0,1
Garantías del producto	0,1
<b>Total</b>	<b>1,0</b>

**Fuente:** Elaboración propia

Para la tasa de interés fijada en las condiciones de financiamiento, deberá ser menor que el actual costo de capital promedio ponderado de CNFL, que para efectos de pago de intereses en las proyecciones, se utilizará como referencia y que para el primer semestre 2016 es de 6,77 % anual.

### 6.1.3. Estimación de ingresos

Los ingresos serán producto de la venta directa de los bombillos, sin embargo, existirán ingresos financieros asociados al financiamiento de los mismos.

En la evaluación financiera es importante medir el impacto total en los ingresos de CNFL, producto de la no facturación de energía, por los ahorros generados en iluminación que presentaran los hogares.

Para estimar los ingresos no percibidos, se debe contabilizar el impacto en kilo Watt horas (kWh) ahorrados, para lo cual se tienen las siguientes variables.

**Cuadro 27. Consumos de energía eléctrica por tipo tecnología equiparada a 25.000 h**

Tecnología	Potencia	Vida útil	Consumo	Horas LED	Total consumo 25.000 h	Cantidad bombillos	Consumo total energía
Bombillo LED 9	9 W	25.000 h	225,0 kWh	-	225,0 kWh	1.546.056	347.862.600 kWh
LFC	23 W	8.500 h	195,5 kWh	16.500 h	379,5 kWh	1.391.450	528.055.427 kWh
Bombillo incandescente	100 W	1.000 h	100,0 kWh	24.000 h	2.400,0 kWh	154.606	371.053.440 kWh
<b>Diferencia neta</b>							551.246.267 kWh

**Fuente:** Elaboración propia

Se estima que de los 1.546.056 bombillos LED de 9 W que se pretenden vender, el 90 % de los que se sustituirán serán por LFC, es decir, 1.391.450, el restante 154.606 corresponderán a bombillos incandescentes.

La comparación de los consumos de energía de los 3 tipos de tecnologías, requieren establecer una equivalencia, en este caso, estaría dada por la vida útil de los LED. El consumo de energía eléctrica está dado por las siguientes fórmulas:

$$\text{Energía consumida} = \text{Potencia (kWh)} \times \text{horas de uso}$$

$$\text{Energía facturada} = \text{Energía consumida} \times \text{precio venta tarifa}$$

Dado que los bombillos LED si contribuirían al consumo de energía, se realiza un neto de la energía no facturada, que corresponde a la suma de las energías de las LFC y los bombillos incandescentes, menos el consumo de energía de los LED, que para la estimación es de 551.246.267 kWh a lo largo de las 25.000 horas de uso.

Con el fin de determinar el consumo de energía no facturada por año, se requiere convertir las 25.000 horas de consumo de las tecnologías de iluminación en datos anuales, por lo que se estima un promedio de 6 horas de uso por día, lo que se traduce en 11 años de uso.

Para estimar el impacto en términos monetarios, se debe contemplar el precio de venta de la energía y el costo de la compra de esa energía al ICE, de la energía que CNFL comercializa, el 90 % de la misma se la compra al ICE, la tarifa de esa compra la fija la Autoridad Reguladora de Servicios Públicos (ARESEP), mediante el rubro de tarifa de generación y de transmisión, esta última es una especie de peaje que se le debe pagar al ICE porque la energía puede proceder de cualquier parte del país hasta que se inyecta a las redes de transmisión de CNFL. Con base en los costos actuales de generación, transmisión y precio de venta, según la tarifa a clientes del sector residencial menores a 200 kWh, y con las estimaciones según ICE y CNFL, se proyectan las variaciones porcentuales hasta 2028, como se muestra en el cuadro 6.

### Cuadro 28. Margen neto venta energía

Estimación del incremento en costos generación y transmisión ICE											
Costos	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
Generación	4,80%	8,80%	4,80%	4,80%	2,00%	3,80%	2,00%	2,00%	1,80%	3,87%	3,87%
Transmisión	5,80%	4,80%	2,00%	0,80%	2,00%	1,30%	2,00%	2,00%	0,00%	2,30%	2,30%

Estimación del incremento en precios de venta energía CNFL											
Costos	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
Energía	3,81%	3,81%	3,81%	3,81%	3,81%	3,81%	3,81%	3,81%	3,81%	3,81%	3,81%

	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
Costo compra energía	\$0,1297	\$0,1352	\$0,1407	\$0,1435	\$0,1483	\$0,1513	\$0,1543	\$0,1566	\$0,1598	\$0,1656	\$0,1716
Precio venta energía	\$0,1362	\$0,1414	\$0,1468	\$0,1524	\$0,1582	\$0,1642	\$0,1705	\$0,1770	\$0,1837	\$0,1907	\$0,1980
<b>Margen neto</b>	<b>\$0,007</b>	<b>\$0,006</b>	<b>\$0,006</b>	<b>\$0,009</b>	<b>\$0,010</b>	<b>\$0,013</b>	<b>\$0,016</b>	<b>\$0,020</b>	<b>\$0,024</b>	<b>\$0,025</b>	<b>\$0,026</b>

**Fuente:** Proyecciones Área de Gestión Tarifaria y Regulatoria, CNFL.

Con base en la información del cuadro anterior, se calcula el ingreso dejado de percibir, en el siguiente cuadro.

### Cuadro 29. Ingresos no facturados por ahorro en consumo de energía

	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Totales
kWh no facturados	50.113.297	50.113.297	50.113.297	50.113.297	350.793.079	<b>551.246.267</b>
Ingresos no facturados consumo energía	\$329.265	\$311.842	\$306.715	\$446.012	\$5.378.966	<b>\$6.772.800</b>

**Fuente:** Elaboración propia

El proyecto se evaluará en un periodo de 5 años, ya que venta de los bombillos se tiene contemplado en un periodo de 2 años, pero como se estima que el 100 % de los bombillos se venderán a crédito, con un plazo de 3 años. El ingreso no facturado del año 5, incluye los años desde el 6 al 11, traídos a valor presente descontados a la tasa de costo de capital.

### Cuadro 30. Ingresos netos

Ingresos	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Total
(+) Venta bombillos LED 9 W	\$1.537.132	\$3.201.846	\$3.467.597	\$3.755.406	\$1.952.522	<b>\$13.914.504</b>
(+) Ingresos financieros por intereses	\$501.030	\$874.479	\$608.727	\$320.918	\$85.640	<b>\$2.390.794</b>
<b>Total ingresos venta bombillos</b>	<b>\$2.038.162</b>	<b>\$4.076.324</b>	<b>\$4.076.324</b>	<b>\$4.076.324</b>	<b>\$2.038.162</b>	<b>\$16.305.298</b>
(-) Ingresos no facturados consumo energía	(\$329.265)	(\$311.842)	(\$306.715)	(\$446.012)	(\$5.378.966)	(\$6.772.800)
<b>Ingresos netos</b>	<b>\$1.708.897</b>	<b>\$3.764.483</b>	<b>\$3.769.610</b>	<b>\$3.630.312</b>	<b>-\$3.340.804</b>	<b>\$9.532.498</b>

**Fuente:** Elaboración propia

Como se observa en el cuadro anterior, el proyecto tiene ingresos netos totales por \$9.532.498

#### 6.1.4. Estimación de gastos de operación o funcionamiento

En este apartado se estiman los gastos en los que se incurran con la puesta en marcha del proyecto, abarca los gastos de comercialización, que incluye entre otras cosas; salarios, publicidad y promoción; gastos administrativos como por ejemplo: salarios, seguridad, sistemas de información, limpieza, agua, luz teléfono, entre otros; tratamiento y disposición de residuos y por último; almacenaje y distribución de los bombillos LED desde el Almacén Anonos, hasta cada una de las sucursales.

Como fue establecido en los supuestos clave del cuadro 13, la estimación de los gastos estará en función de un porcentaje de la venta de los bombillos LED, y como se aprecia en el cuadro 8, únicamente se estiman 2 años, ya que el proceso de financiamiento que dura 3 años, es simplemente una corrida en el sistema para un cargo automático en el recibo eléctrico por mes. Los cálculos se aprecian en el cuadro 9.

### Cuadro 31. Estimación de gastos

	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Total</b>
<b>Gastos</b>			
(-) Comercialización	\$139.145	\$141.928	<b>\$281.073</b>
(-) Administrativos	\$69.573	\$70.964	<b>\$140.536</b>
(-) Tratamiento desechos	\$58.650	\$59.823	<b>\$118.472</b>
(-) Almacenaje y distribución	\$34.786	\$35.482	<b>\$70.268</b>
<b>Gastos Totales</b>	<b>\$302.153</b>	<b>\$308.197</b>	<b>\$610.350</b>

**Fuente:** Elaboración propia

### **6.1.5. Financiamiento**

Como se mencionó anteriormente, un factor importante a considerar para el proyecto, son las condiciones de financiamiento que pueda ofrecer el fabricante para la adquisición de los bombillos.

Considerando que normalmente este tipo de créditos son a una tasa variable más primas adicionales, con el fin de realizar proyecciones más acertadas con respecto a la tasa de interés, para la elaboración de los flujos de efectivo, se utilizará como referencia las proyecciones de tasas US SWAPS, como se aprecia en el siguiente cuadro.

### **Cuadro 32. Tasas de interés SWAP**



## US-SWAPS



Fuente: The Missile. Fixed Income Group at RJO'Brien

En un escenario, donde las condiciones del crédito sean de una tasa de interés similar o menor al costo de capital promedio ponderado de CNFL y con un plazo de al menos la duración estimada del proyecto, es decir, 5 años, se tiene la siguiente proyección.

## Cuadro 33. Escenario financiamiento

PRESTATARIO	:	CNFL					
ACREEDOR	:	XXX					
MONEDA	:	Dólares					
FECHA ESTIMADA	:	01/01/2018					
MONTO DESEMBOLSO 1	:	1.793.425					
MONTO DESEMBOLSO 2	:	1.793.425					
TASA DE INTERES BRUTA	:	Libor 6 m + 5,00% (Libor (referencia US Swaps 1 año) 1,060 % + 5,00 % = 6,060 %).					
TASA DE INTERES NETA	:	4,85%					
PERIODICIDAD	:	1 Anual					
PLAZO	:	5 Años					
TASA EFECTIVA	:	6,38%					
FECHA	TASA	PERIODOS	DÍAS	AMORTIZACION	INTERESES	CUOTA	SALDO
Año 0							1.793.425
Año 1	1,060%	1	360	358.685	108.682	467.367	1.434.740
Año 2	1,179%	2	360	358.685	88.653	447.338	2.869.480
Año 3	1,290%	3	360	956.493	180.490	1.136.984	1.912.987
Año 4	1,398%	4	360	956.493	122.393	1.078.886	956.493
Año 5	1,497%	5	360	956.493	62.143	1.018.637	0
TOTAL				3.586.850	562.361	4.149.211	

Fuente: Elaboración propia

El financiamiento deberá ser por al menos el 80 % de la compra total de los bombillos, dado que las ventas se estiman en un 50 % por año, la inversión deberá fragmentarse en 2 años.

Los montos correspondientes a gastos financieros por concepto de intereses así como la amortización a la deuda, se presentan en el siguiente cuadro.

**Cuadro 34. Gastos financieros y amortización de deuda**

	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Año 3</b>	<b>Año 4</b>	<b>Año 5</b>	<b>Totales</b>
Gastos financieros	\$108.682	\$88.653	\$180.490	\$122.393	\$62.143	\$562.361
Amortización deuda	\$358.685	\$358.685	\$956.493	\$956.493	\$956.493	\$3.586.850
<b>TOTALES</b>	<b>\$467.367</b>	<b>\$447.338</b>	<b>\$1.136.984</b>	<b>\$1.078.886</b>	<b>\$1.018.637</b>	<b>\$4.149.211</b>

**Fuente:** Elaboración propia

## **6.2. Flujo neto de efectivo**

Como se hace una proyección a cinco años plazo, es necesario considerar una serie de variables estimadas a lo largo de los años. De esta forma, las variables y supuestos más importantes se muestran en el siguiente cuadro.

**Cuadro 35. Supuestos para elaboración de flujos**

<b>Variable</b>	<b>Valor</b>
Tasa de costo de capital dólares	6,77%
Crecimiento anual en gastos	2,00%
Precio venta de bombillos 9 W	\$9,0
Costos ventas de bombillos 9 W	\$2,9
Cantidad de bombillos a vender	1.546.056
% sustitución LFC	90%
% sustitución Incandescentes	10%

**Fuente:** Elaboración propia

### **6.2.1. Flujo de efectivo del proyecto con financiamiento**

Se muestran el flujo neto de efectivo para el proyecto, evaluado en 5 años.

**Cuadro 36. Flujo neto de efectivo con financiamiento**

<b>FLUJO DE EFECTIVO NETO</b>	<b>Año 0</b>	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Año 3</b>	<b>Año 4</b>	<b>Año 5</b>
<b>INGRESOS</b>						
(+) Ingresos por venta de bombillos LED		\$1.537.132	\$3.201.846	\$3.467.597	\$3.755.406	\$1.952.522
(-) Pérdida energía no facturada por ahorro		(\$329.265)	(\$311.842)	(\$306.715)	(\$446.012)	(\$5.378.966)
<b>TOTAL INGRESOS</b>		<b>\$1.207.867</b>	<b>\$2.890.004</b>	<b>\$3.160.883</b>	<b>\$3.309.394</b>	<b>(\$3.426.444)</b>
<b>GASTOS DE OPERACIÓN</b>						
(-) Comercialización		(\$139.145)	(\$141.928)	\$0	\$0	\$0
(-) Administrativos		(\$69.573)	(\$70.964)	\$0	\$0	\$0
(-) Tratamiento desechos		(\$58.650)	(\$59.823)	\$0	\$0	\$0
(-) Almacenaje y distribución		(\$34.786)	(\$35.482)	\$0	\$0	\$0
<b>TOTAL GASTOS DE OPERACIÓN</b>		<b>(\$302.153)</b>	<b>(\$308.197)</b>	<b>\$0</b>	<b>\$0</b>	<b>\$0</b>
<b>FLUJO OPERATIVO</b>		<b>\$905.714</b>	<b>\$2.581.807</b>	<b>\$3.160.883</b>	<b>\$3.309.394</b>	<b>(\$3.426.444)</b>
<b>OTROS INGRESOS Y GASTOS</b>						
(+) Ingresos financieros		\$122.971	\$256.148	\$277.408	\$300.432	\$156.202
(-) Gastos financieros		(\$108.682)	(\$88.653)	(\$180.490)	(\$122.393)	(\$62.143)
<b>TOTAL OTROS INGRESOS Y GASTOS</b>		<b>\$14.289</b>	<b>\$167.495</b>	<b>\$96.918</b>	<b>\$178.040</b>	<b>\$94.058</b>
<b>FLUJO ANTES DE IMPUESTOS</b>		<b>\$920.003</b>	<b>\$2.749.302</b>	<b>\$3.257.800</b>	<b>\$3.487.434</b>	<b>(\$3.332.385)</b>
Impuesto sobre la Renta	<b>0,00%</b>	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
<b>FLUJO NETO DESP. IMP.</b>		<b>\$920.003</b>	<b>\$2.749.302</b>	<b>\$3.257.800</b>	<b>\$3.487.434</b>	<b>(\$3.332.385)</b>
(-) Amortización créditos		(\$358.685)	(\$358.685)	(\$956.493)	(\$956.493)	(\$956.493)
<b>INVERSIÓN</b>						
Costos directos de inversión inicial	(\$2.241.781)	(\$2.393.550)				
Costos indirectos de Inversión inicial	(\$1.500)					
(+) Financiamiento compra año 1	\$1.793.425					
(+) Financiamiento compra año 2		\$1.914.840				
<b>FLUJO NETO EFECTIVO NOMINAL</b>	<b>(\$449.856)</b>	<b>\$82.608</b>	<b>\$2.390.617</b>	<b>\$2.301.307</b>	<b>\$2.530.940</b>	<b>(\$4.288.879)</b>
<b>Flujo acumulado de fondos nominal</b>		<b>\$82.608</b>	<b>\$2.473.225</b>	<b>\$4.774.532</b>	<b>\$7.305.473</b>	<b>\$3.016.594</b>
<b>Flujo descontado</b>		<b>\$77.370</b>	<b>\$2.097.064</b>	<b>\$1.890.718</b>	<b>\$1.947.533</b>	<b>(\$3.090.990)</b>
<b>Flujo descontado acumulado</b>		<b>\$77.370</b>	<b>\$2.174.434</b>	<b>\$4.065.152</b>	<b>\$6.012.685</b>	<b>\$2.921.696</b>
<b>% de recuperación de Inv. Inicial</b>		<b>17,20%</b>	<b>483,36%</b>	<b>903,66%</b>	<b>1336,58%</b>	<b>649,47%</b>
<b>FLUJO NETO EFECTIVO REAL</b>	<b>(\$449.856)</b>	<b>\$80.988</b>	<b>\$2.297.787</b>	<b>\$2.168.573</b>	<b>\$2.338.198</b>	<b>(\$3.884.570)</b>
<b>Flujo acumulado de fondos real</b>		<b>\$80.988</b>	<b>\$2.378.775</b>	<b>\$4.547.348</b>	<b>\$6.885.545</b>	<b>\$3.000.976</b>

Fuente: Elaboración propia

Los flujos netos de efectivo del proyecto son positivos para cada uno de los primeros 4 años evaluados en la proyección. La inversión inicial es de \$449.856 con un financiamiento de un 80 % por parte del fabricante de bombillos, fraccionados 50 % por año, para el cálculo del año 2, se lleva a valor futuro dicho monto, a la tasa de costo de capital.

### 6.2.1.1. Análisis financiero con indicadores nominales

El proyecto genera una ganancia neta actual de \$2,471 millones con una inversión de \$449,86 mil, lo que expresa que cada colón invertido en el proyecto contribuye con \$5,49 de ganancia, lo cual se percibe alto y viable.

La tasa promedio de rendimiento anual del proyecto es del 181,61 %, muy superior a la rentabilidad anual exigida por la empresa para este tipo de inversiones que es de 6,77 %. La

ganancia promedio anual que genera el proyecto es de \$599,15 mil, representa una contribución del 133,19 % anual sobre la inversión, muy superior a la contribución mínima anual del 6,77 % sobre el capital invertido que exige la empresa.

Los resultados anteriores muestran un proyecto atractivo y rentable con una viabilidad financiera alta. Además, el periodo recuperación con flujos descontados muestra un riesgo bajo, ya que se tardaría 70 meses en recuperar la inversión (23,6 % de su vida), lo que indica una baja dependencia de la ganancia que se genera en los siguientes 3,8 años.

### Cuadro 37. Indicadores financieros nominales del proyecto

<b>Indicadores financieros nominales</b>	
<b>VA: Valor Actual</b>	<b>\$2.921.696</b>
<b>VAN: Valor Actual Neto</b>	<b>\$2.471.839</b>
<b>VANA: Valor Actual Neto Anualizado</b>	<b>\$599.151</b>
<b>TIR: Tasa Interna de Retorno</b>	<b>181,61%</b>
<b>ID: Índice de Deseabilidad</b>	<b>6,4947</b>
<b>RCB: Relación beneficio/costo</b>	<b>5,4947</b>
<b>RCBA: Relación beneficio/costo anual</b>	<b>133,19%</b>
<b>PRD: Período de Recuperación Descontado</b>	<b>14 meses</b>
<b>Tasa de descuento (moneda)</b>	<b>6,77%</b>
<b>Tasa promedio de inflación esperada</b>	<b>2,00%</b>

**Fuente:** Elaboración propia

#### 6.2.1.2. Análisis financiero con indicadores reales

Al ser valores dolarizados, para convertirlos en valores reales, se le debe aplicar la inflación al costo de capital.

La tasa promedio de rendimiento anual del proyecto es del 176,09 %, muy superior a la rentabilidad anual exigida por la empresa para este tipo de inversiones que es de 4,68 % (ajustada). Además, los flujos reales cubren 6,49 veces la inversión inicial. La ganancia promedio anual que genera el proyecto es de \$565,83 mil, representa una contribución del 125,78 % anual sobre la inversión, muy superior a la contribución mínima anual del 4,68 % (ajustada) sobre el capital invertido que exige la empresa.

### Cuadro 38. Indicadores financieros reales del proyecto

### Indicadores financieros reales

<b>VA: Valor Actual</b>	<b>\$2.921.696</b>
<b>VAN: Valor Actual Neto</b>	<b>\$2.471.839</b>
<b>VANA: Valor Actual Neto Anualizado</b>	<b>\$565.836</b>
<b>TIR: Tasa Interna de Retorno</b>	<b>176,09%</b>
<b>ID: Índice de Deseabilidad</b>	<b>6,4947</b>
<b>RCB: Relación beneficio/costo</b>	<b>5,4947</b>
<b>RCB: Relación beneficio/costo anual</b>	<b>125,78%</b>
<b>Tasa de descuento ajustada (moneda)</b>	<b>4,68%</b>

Fuente: Elaboración propia

### 6.2.2. Flujo de efectivo del proyecto sin financiamiento

Se presenta el escenario en que CNFL aporta el total de la inversión necesaria para la puesta en marcha del proyecto.

**Cuadro 39. Flujo de efectivo neto sin financiamiento**

<b>FLUJO DE EFECTIVO NETO</b>	<b>Año 0</b>	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Año 3</b>	<b>Año 4</b>	<b>Año 5</b>
<b>INGRESOS</b>						
(+) Ingresos por venta de bombillos LED		\$1.537.132	\$3.201.846	\$3.467.597	\$3.755.406	\$1.952.522
(-) Pérdida energía no facturada por ahorro		(\$329.265)	(\$311.842)	(\$306.715)	(\$446.012)	(\$5.378.966)
<b>TOTAL INGRESOS</b>		<b>\$1.207.867</b>	<b>\$2.890.004</b>	<b>\$3.160.883</b>	<b>\$3.309.394</b>	<b>(\$3.426.444)</b>
<b>GASTOS DE OPERACIÓN</b>						
(-) Comercialización		(\$139.145)	(\$141.928)	\$0	\$0	\$0
(-) Administrativos		(\$69.573)	(\$70.964)	\$0	\$0	\$0
(-) Tratamiento desechos		(\$58.650)	(\$59.823)	\$0	\$0	\$0
(-) Almacenaje y distribución		(\$34.786)	(\$35.482)	\$0	\$0	\$0
<b>TOTAL GASTOS DE OPERACIÓN</b>		<b>(\$302.153)</b>	<b>(\$308.197)</b>	<b>\$0</b>	<b>\$0</b>	<b>\$0</b>
<b>FLUJO OPERATIVO</b>		<b>\$905.714</b>	<b>\$2.581.807</b>	<b>\$3.160.883</b>	<b>\$3.309.394</b>	<b>(\$3.426.444)</b>
<b>OTROS INGRESOS Y GASTOS</b>						
(+) Ingresos financieros		\$122.971	\$256.148	\$277.408	\$300.432	\$156.202
<b>TOTAL OTROS INGRESOS Y GASTOS</b>		<b>\$122.971</b>	<b>\$256.148</b>	<b>\$277.408</b>	<b>\$300.432</b>	<b>\$156.202</b>
<b>FLUJO ANTES DE IMPUESTOS</b>		<b>\$1.028.684</b>	<b>\$2.837.955</b>	<b>\$3.438.290</b>	<b>\$3.609.826</b>	<b>(\$3.270.242)</b>
Impuesto sobre la Renta	0,00%	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
<b>FLUJO NETO DESP. IMP.</b>		<b>\$1.028.684</b>	<b>\$2.837.955</b>	<b>\$3.438.290</b>	<b>\$3.609.826</b>	<b>(\$3.270.242)</b>
<b>INVERSIÓN</b>						
Costos directos de inversión inicial		(\$4.483.562)				
Costos indirectos de Inversión inicial		(\$1.500)				
<b>FLUJO NETO EFECTIVO NOMINAL</b>	<b>(\$4.485.062)</b>	<b>\$1.028.684</b>	<b>\$2.837.955</b>	<b>\$3.438.290</b>	<b>\$3.609.826</b>	<b>(\$3.270.242)</b>
<b>Flujo acumulado de fondos nominal</b>		<b>\$1.028.684</b>	<b>\$3.866.639</b>	<b>\$7.304.930</b>	<b>\$10.914.756</b>	<b>\$7.644.514</b>
<b>Flujo descontado</b>		<b>\$963.458</b>	<b>\$2.489.471</b>	<b>\$2.824.846</b>	<b>\$2.777.726</b>	<b>(\$2.356.860)</b>
<b>Flujo descontado acumulado</b>		<b>\$963.458</b>	<b>\$3.452.929</b>	<b>\$6.277.775</b>	<b>\$9.055.501</b>	<b>\$6.698.642</b>
<b>% de recuperación de Inv. Inicial</b>		<b>21,48%</b>	<b>76,99%</b>	<b>139,97%</b>	<b>201,90%</b>	<b>149,35%</b>
<b>FLUJO NETO EFECTIVO REAL</b>	<b>(\$4.485.062)</b>	<b>\$1.008.514</b>	<b>\$2.727.754</b>	<b>\$3.239.978</b>	<b>\$3.334.922</b>	<b>(\$2.961.959)</b>
<b>Flujo acumulado de fondos real</b>		<b>\$1.008.514</b>	<b>\$3.736.268</b>	<b>\$6.976.246</b>	<b>\$10.311.168</b>	<b>\$7.349.208</b>

Fuente: Elaboración propia

Los flujos netos de efectivo del proyecto son positivos para los primeros 4 años evaluados en la proyección. La inversión inicial es de \$4.485.062 con aportes del 100 % de los recursos por parte de CNFL.

#### 6.2.2.1. Análisis financiero con indicadores nominales

El proyecto genera una ganancia neta actual de \$2,213 millones con una inversión de \$4,485 millones, lo que expresa que cada colón invertido en el proyecto contribuye con \$0,49 de ganancia, lo cual se percibe como alto y viable.

La tasa promedio de rendimiento anual del proyecto es de 29,10 %, muy superior a la rentabilidad anual exigida por la empresa para este tipo de inversiones que es de 6,77 %.

El proyecto genera una ganancia promedio anual de \$536,55 mil, representa una ganancia del 11,96 % anual sobre la inversión, muy inferior a la contribución mínima anual del 6,77 % sobre el capital invertido que exige la empresa.

Los resultados anteriores muestran un proyecto atractivo y rentable con una viabilidad financiera alta. Además, el periodo recuperación con flujos descontados muestra un riesgo bajo, ya que se tardaría 2 años y 3 meses en recuperar la inversión (45,5 % de su vida), lo que indica una baja dependencia de la ganancia que se genera en los siguientes 2 años y 9 meses.

**Cuadro 40. Indicadores financieros nominales del proyecto**

<b>Indicadores financieros nominales</b>	
<b>VA: Valor Actual</b>	<b>\$6.698.642</b>
<b>VAN: Valor Actual Neto</b>	<b>\$2.213.579</b>
<b>VANA: Valor Actual Neto Anualizado</b>	<b>\$536.551</b>
<b>TIR: Tasa Interna de Retorno</b>	<b>29,10%</b>
<b>ID: Índice de Deseabilidad</b>	<b>1,4935</b>
<b>RCB: Relación beneficio/costo</b>	<b>0,4935</b>
<b>RCBA: Relación beneficio/costo anual</b>	<b>11,96%</b>
<b>PRD: Período de Recuperación Descontado</b>	<b>2 años y 3 meses</b>
<b>Tasa de descuento (moneda)</b>	<b>6,77%</b>
<b>Tasa promedio de inflación esperada</b>	<b>2,00%</b>

**Fuente:** Elaboración propia

### 6.2.2.2. Análisis financiero con indicadores reales

La tasa promedio de rendimiento anual del proyecto es de 26,57 %, muy superior a la rentabilidad anual exigida por la empresa para este tipo de inversiones del 4,68 % (ajustada)

El proyecto genera una ganancia promedio anual de \$506,71 mil, representa una ganancia del 11,30 % anual sobre la inversión, muy inferior a la contribución mínima anual del 4,68 % (ajustada) sobre el capital invertido que exige la empresa.

**Cuadro 41. Indicadores financieros reales del proyecto**

<b>Indicadores financieros reales</b>	
<b>VA: Valor Actual</b>	<b>\$6.698.642</b>
<b>VAN: Valor Actual Neto</b>	<b>\$2.213.579</b>
<b>VANA: Valor Actual Neto Anualizado</b>	<b>\$506.717</b>
<b>TIR: Tasa Interna de Retorno</b>	<b>26,57%</b>
<b>ID: Índice de Deseabilidad</b>	<b>1,4935</b>
<b>RCB: Relación beneficio/costo</b>	<b>0,4935</b>
<b>RCB: Relación beneficio/costo anual</b>	<b>11,30%</b>
<b>Tasa de descuento ajustada (moneda)</b>	<b>4,68%</b>

**Fuente:** Elaboración propia

### 6.3. Sensibilización

Esta sección muestra la sensibilización de las variables utilizadas en los supuestos, esto con la finalidad de identificar cuáles de ellas afectan en mayor cantidad el VAN del proyecto. La sensibilización utilizada es el análisis multidimensional, que, según Chain (2014) examina los resultados que se producen por la incorporación simultánea de dos o más variables relevantes. (p.316).

Las variables a las que se le aplicará el análisis son: costo del producto, gastos de operación, inversión inicial y costo de capital, todas relacionadas con el precio de venta.

El cuadro 8 muestra el análisis multidimensional de variables, en el que se referencia el VAN del flujo neto de efectivo considerando un 80 % de financiamiento. Cada una de las variables se compara contra el VAN original para determinar los impactos con respecto al precio de venta.

Como se aprecia en el cuadro, el mayor VAN se da cuando existe la combinación de un incremento en un 10 % del precio de venta y una disminución en el costo unitario del producto en un 10 %, con un VAN de \$4.033.789.

El escenario donde el VAN se ve más afectado es cuando se combina una disminución del precio de venta en 10 % y una reducción en el costo unitario de un 10 %, con un VAN de \$909.889.

Las variables que en conjunto presentan menor efecto son las reducciones en las variaciones de los gastos de operación, ya que la combinación entre una rebaja de un 10 % en precio de venta y una rebaja de 10 % en gastos de operación generan un VAN de \$1.364.226, es decir, \$1.107.613 menos que el VAN de referencia.

El cuadro muestra que la mejor alternativa de las evaluadas en cuanto al aporte de la inversión inicial, es la propuesta de un financiamiento del 80 % por parte del fabricante.



Cuadro 42. Análisis multidimensional de variables

VAN	\$2.471.839	Variación precio venta				
		-10%	-5%	0%	5%	10%
Variación Costo producto	-10%	\$1.754.950	\$2.324.660	\$2.894.370	\$3.464.079	\$4.033.789
	-5%	\$1.543.685	\$2.113.395	\$2.683.104	\$3.252.814	\$3.822.524
	0%	\$1.332.420	\$1.902.129	\$2.471.839	\$3.041.549	\$3.611.259
	5%	\$1.121.154	\$1.690.864	\$2.260.574	\$2.830.284	\$3.399.994
	10%	\$909.889	\$1.479.599	\$2.049.309	\$2.619.019	\$3.188.729
Variación gastos operación	-10%	\$1.364.226	\$1.933.935	\$2.503.645	\$3.073.355	\$3.643.065
	-5%	\$1.350.973	\$1.920.683	\$2.490.393	\$3.060.103	\$3.629.813
	2%	\$1.332.420	\$1.902.129	\$2.471.839	\$3.041.549	\$3.611.259
	5%	\$1.324.468	\$1.894.178	\$2.463.888	\$3.033.598	\$3.603.307
	10%	\$1.311.215	\$1.880.925	\$2.450.635	\$3.020.345	\$3.590.055
Variación Inversión inicial	20%	\$1.332.420	\$1.902.129	\$2.471.839	\$3.041.549	\$3.611.259
	40%	\$1.267.855	\$1.837.564	\$2.407.274	\$2.976.984	\$3.546.694
	60%	\$1.203.289	\$1.772.999	\$2.342.709	\$2.912.419	\$3.482.129
	80%	\$1.138.724	\$1.708.434	\$2.278.144	\$2.847.854	\$3.417.564
	100%	\$1.074.159	\$1.643.869	\$2.213.579	\$2.783.289	\$3.352.999
Variación Costo capital	1,69%	\$1.255.526	\$1.916.124	\$2.576.722	\$3.237.320	\$3.897.918
	3,39%	\$1.292.013	\$1.920.052	\$2.548.091	\$3.176.130	\$3.804.169
	6,77%	\$1.332.420	\$1.902.129	\$2.471.839	\$3.041.549	\$3.611.259
	10,16%	\$1.339.535	\$1.858.678	\$2.377.821	\$2.896.964	\$3.416.107
	11,85%	\$1.333.635	\$1.829.995	\$2.326.355	\$2.822.715	\$3.319.075

Fuente: Elaboración propia.

#### 6.4. Escenarios

Aunque en la sensibilización se hace un análisis multidimensional, solo se relacionan 2 variables, como ya es conocido el impacto en el VAN de esas 2 variables que más afectan de manera positiva y negativa (variación en precio de venta y variación en costo del producto), se crearán 2 escenarios donde se analizará con el impacto en una reducción y con un incremento en gastos de operación, es decir, se incluirá una tercera variable.

##### 6.4.1. Escenario optimista

Los supuestos para la elaboración del escenario optimista, se basan en las siguientes premisas: incremento de un 10 % precio venta, reducción 10 % en costo del producto y gastos operativos. Los indicadores se aprecian en el siguiente cuadro.

### Cuadro 43. Indicadores financieros escenario optimista

Indicadores financieros nominales	
<b>VA: Valor Actual</b>	<b>\$4.425.780</b>
<b>VAN: Valor Actual Neto</b>	<b>\$3.975.924</b>
<b>VANA: Valor Actual Neto Anualizado</b>	<b>\$963.727</b>
<b>TIR: Tasa Interna de Retorno</b>	<b>224,29%</b>
<b>ID: Índice de Deseabilidad</b>	<b>9,8382</b>
<b>RCB: Relación beneficio/costo</b>	<b>8,8382</b>
<b>RCBA: Relación beneficio/costo anual</b>	<b>214,23%</b>
<b>PRD: Período de Recuperación Descontado</b>	<b>12,7 meses</b>
<b>Tasa de descuento (moneda)</b>	<b>6,77%</b>
<b>Tasa promedio de inflación esperada</b>	<b>2,00%</b>

**Fuente:** Elaboración propia

El proyecto genera una ganancia neta actual de \$3,975 millones con una inversión de \$449,86 mil, lo que expresa que cada colón invertido en el proyecto contribuye con \$8,83 de ganancia, lo cual se percibe alto y viable.

La tasa promedio de rendimiento anual del proyecto es del 224,29 %, muy superior a la rentabilidad anual exigida por la empresa para este tipo de inversiones que es de 6,77 %. La ganancia promedio anual que genera el proyecto es de \$963,72 mil, representa una contribución del 214,23 % anual sobre la inversión, muy superior a la contribución mínima anual del 6,77 % sobre el capital invertido que exige la empresa.

Los resultados anteriores muestran un proyecto atractivo y rentable con una viabilidad financiera alta. Además, el periodo recuperación con flujos descontados muestra un riesgo bajo, ya que se tardaría 12,7 meses para recuperar la inversión (21,20 % de su vida), lo que indica una baja dependencia de la ganancia que se genera en los siguientes 47,3 meses.

#### 6.4.2. Escenario Pesimista

Los supuestos para la elaboración del escenario pesimista, se basan en las siguientes premisas: reducción de un 10 % precio venta, incremento 10 % en costo del producto y gastos operativos. Los indicadores se aprecian en el siguiente cuadro.

### Cuadro 44. Indicadores financieros escenario pesimista

<b>Indicadores financieros nominales</b>	
<b>VA: Valor Actual</b>	<b>\$1.383.377</b>
<b>VAN: Valor Actual Neto</b>	<b>\$888.685</b>
<b>VANA: Valor Actual Neto Anualizado</b>	<b>\$215.409</b>
<b>TIR: Tasa Interna de Retorno</b>	<b>-7,63%</b>
<b>ID: Índice de Deseabilidad</b>	<b>2,7964</b>
<b>RCB: Relación beneficio/costo</b>	<b>1,7964</b>
<b>RCBA: Relación beneficio/costo anual</b>	<b>43,54%</b>
<b>PRD: Período de Recuperación Descontado</b>	<b>16,2 meses</b>
<b>Tasa de descuento (moneda)</b>	<b>6,77%</b>
<b>Tasa promedio de inflación esperada</b>	<b>2,00%</b>

**Fuente:** Elaboración propia

El proyecto genera una ganancia neta actual de \$0,888 millones con una inversión de \$449,86 mil, lo que expresa que cada colón invertido en el proyecto contribuye con \$1,79 de ganancia, lo que se percibe viable.

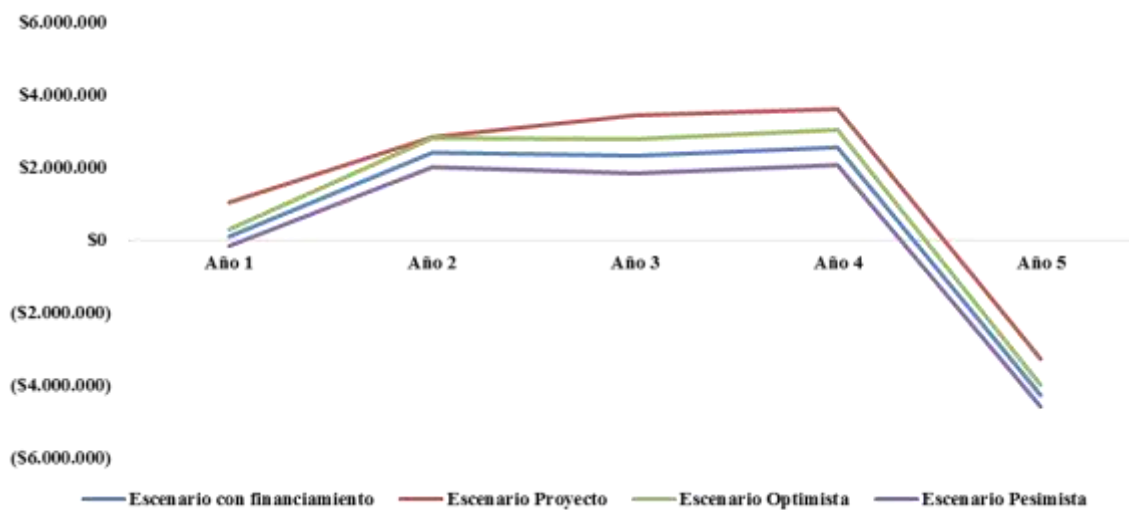
La tasa promedio de rendimiento anual del proyecto es del -7,63 %, muy inferior a la rentabilidad anual exigida por la empresa para este tipo de inversiones que es de 6,77 %. La ganancia promedio anual que genera el proyecto es de \$215,409 mil, representa una contribución del 43,54 % anual sobre la inversión, muy superior a la contribución mínima anual del 6,77 % sobre el capital invertido que exige la empresa.

Los resultados anteriores muestran un proyecto rentable con una viabilidad financiera aceptable. Además, el periodo recuperación con flujos descontados muestra un riesgo bajo, ya que se tardaría 16, 2 meses para recuperar la inversión (27,08 % de su vida), lo que indica una baja dependencia de la ganancia que se genera en los siguientes 43,8 meses.

### **6.5. Análisis Financiero**

Este apartado muestra de forma comparativa los 4 escenarios de flujos netos de efectivo del proyecto, flujo con financiamiento, flujo optimista y flujo pesimista.

Posteriormente se presenta una comparación de los indicadores de evaluación financiera de proyectos con cada uno de los escenarios. El objetivo principal es demostrar la viabilidad financiera del proyecto en los diferentes escenarios.

**Gráfico 31. Flujos de efectivo neto**

**Fuente:** Elaboración propia

Los flujos de efectivo del proyecto son los mayores, esto debido precisamente a que no existen salidas de efectivo por pago de interés ni amortización de la deuda. Sin embargo, no necesariamente es el más rentable, ya que la inversión inicial es la mayor.

Respecto con el flujo de efectivo con financiamiento, este se ubica entre el optimista y pesimista, ya que estos últimos son derivados del primero por medio de una mejora y disminución, respectivamente, en los ingresos brutos.

### 6.5.1. Comparación de la evaluación de los proyectos

El siguiente cuadro resume los indicadores de evaluación financiera de cada uno de los escenarios. Se comparará cada uno de ellos respecto con el flujo del con financiamiento.

**Cuadro 45. Resumen indicadores de evaluación financiera**

Escenarios	VAN	VANA	TIR	RCBA	PRD
<b>Escenario con financiamiento</b>	\$2.471.839	\$599.151	181,61%	133,19%	14,0 meses
<b>Escenario Proyecto</b>	\$2.213.579	\$536.551	29,10%	11,96%	17,0 meses
<b>Escenario Optimista</b>	\$3.975.924	\$963.727	224,29%	214,23%	12,7 meses
<b>Escenario Pesimista</b>	\$888.685	\$215.409	-7,63%	43,54%	16,2 meses

**Fuente:** Elaboración propia

Todos los escenarios tienen una ganancia neta real positiva, lo que implica que financieramente todos los proyectos son aceptados.

El flujo con financiamiento registra una ganancia neta anual de \$0,599 millones, levemente superior al flujo del proyecto, esto principalmente por el menor monto de inversión inicial que debe aportar CNFL, también una TIR muy superior a la del proyecto, así como un periodo de recuperación mucho menor, lo que hace la posibilidad menos riesgosa y más rentable, por lo cual es la que presenta las mejores condiciones para el desarrollo del proyecto.

Respecto con el optimista y pesimista, estos se ubicarán por encima y debajo del flujo de inversión, ya que son una mejora y disminución en el flujo con financiamiento.

## 7. CAPÍTULO VII: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 7.1. Conclusiones

Con el análisis realizado y los resultados obtenidos en el capítulo anterior, referidos a la venta de bombillos LED de 9 W para clientes del sector residencial de la CNFL, S.A, se emiten las siguientes conclusiones con base en el análisis realizado para evaluar la viabilidad financiera de dicho proyecto.

- i. El estudio indica que un porcentaje muy alto de los encuestados (96,8 %), impulsa e implementa medidas de ahorro de energía en su hogar, principalmente apagando la luz cuando no la necesitan, lo que indica una concienciación hacia el uso eficiente de la energía y la relación directa con los bombillos.
- ii. El precio no es criterio predominante a la hora de decidir cuando los usuarios compran bombillos, y con el precio de venta establecido que es competitivo, más el hecho de que se financiará a un plazo de 3 años con cargo a la factura, se podrá competir con los bajos precios con los que se comercializan en los supermercados, que es el principal competidor para CNFL.
- iii. Los encuestados, en su mayoría, conocen los principales atributos de los bombillos LED.
- iv. Los clientes están dispuestos a comprar bombillos LED, si CNFL los comercializa y carga su costo a la factura del servicio eléctrico.
- v. El 54,8 % de los encuestados estarían dispuestos a pagar por un bombillo tecnología LED entre ₡2.000 y ₡4.000, sin embargo, de los que estarían dispuestos a comprárselo a CNFL, un 57,0 % estaría dispuesto a pagar entre ₡2.000 y ₡4.000, un 23,8 % entre ₡4.001 y ₡6.000, un 10,7 % entre los rangos que van desde ₡6.000 a ₡10.000. Los que le comprarían a CNFL, el 39,8 % de está en el rango de ingreso de más de 1 millón de colones.
- vi. El monto total estimado generado por el ahorro que energía del recambio de tecnología, se estima en \$6.772,8 millones, que para CNFL presenta una pérdida por energía no facturada.
- vii. La inversión inicial para la puesta en marcha del proyecto de \$4,485 millones.

- viii. El escenario es que el proyecto presenta, en conjunto, mejores resultados de la evaluación financiera, es el escenario con financiamiento del 80 % del costo directo de la inversión.
- ix. Todos los escenarios evaluados presentan viabilidad financiera.
- x. Los flujos netos de efectivo, para todos los escenarios, dan negativos en el año 5, esto es provocado por los efectos del ahorro en energía no facturada producida por el recambio de tecnología, expresada desde el año 6 al año 11.
- xi. Según el PRD para el escenario con financiamiento, la inversión se recupera en 14 meses, es decir, 23,6 % de su vida útil. Esto hace que sea un proyecto poco riesgoso, ya que su inversión se recupera en poco menos de un cuarto de tiempo de su vida, y no existe mayor dependencia de flujos de los últimos periodos.
- xii. En la simulación de variables multidimensionales, en todos los casos se genera una ganancia neta. El mayor VAN es de \$4.033.789 y el del escenario menos favorable es de \$909.889
- xiii. Se concluye que el flujo neto de efectivo con financiamiento registra una ganancia actual neta de \$2,471 millones, lo que equivale a una ganancia anual de \$0,599 millones, levemente superior a los flujos netos de efectivo del proyecto, esto principalmente por el menor monto de inversión inicial que debe aportar CNFL, también una TIR muy superior a la del proyecto, así como un periodo de recuperación mucho menor, lo que hace la opción menos riesgosa y más rentable, por lo cual, es la mejor alternativa para el desarrollo del proyecto.

## **7.2. Recomendaciones**

Con la conclusión de este estudio y la verificación de la viabilidad financiera del mismo, se pueden identificar ciertas circunstancias que dan pie a las siguientes recomendaciones:

- i. Los principales medios para informar sobre temas de ahorro de energía son las redes sociales y la televisión.
- ii. Se debe comercializar bombillos de 9 W con tonalidad luz día blanca.

- iii. Aprovechar las constates notas que publican los medios de comunicación sobre el uso eficiente de la energía en la que participan funcionarios del Área de Eficiencia Energética, para promocionar el proyecto.
- iv. Pactar con el fabricante una garantía flexible y real, para que la aplicación de la misma, no sea una mala experiencia para el cliente y no dañe la reputación de CNFL, ya que el estudio de mercado indicó que el principal medio por el que los usuarios comparten sus experiencias con respecto a la tecnología LED es de boca en boca.
- v. Resaltar el hecho que CNFL les recibirá los bombillos dañados que decidan recambiar por bombillos LED y que se les dará la debida disposición de sus residuos, aunque dicha responsabilidad es exclusiva del proveedor que se los vendió y además, indicar que para cada uno de los bombillos LED comprados a CNFL, cuando agoten su vida útil, CNFL les dará la debida disposición.
- vi. Se debe resaltar los atributos del producto (país de origen, certificaciones) con el fin de posicionarlo como un producto duradero y de calidad.
- vii. La estrategia de ventas estará asociada directamente al ahorro generado en la factura eléctrica, por lo que el bombillo LED, se pagará con el ahorro generado por el mismo.
- viii. Sacarle provecho a la marca CNFL y recalcar el hecho de que será su distribuidor de energía el que le venderá bombillos LED eficientes para que ahorren energía eléctrica.
- ix. El precio de venta no se puede exceder los C\$6.000
- x. El financiamiento del proyecto, deberá pactarse directamente con el fabricante, por lo cual deberá ser un criterio a evaluar en el cartel de contratación y se le deberá asignar un porcentaje importante para que los fabricantes oferentes le den la importancia que CNFL pretende con este proyecto.



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

### Libros

- Arquitectura y energía natural. Serra Florensa, Rafael y Coch Roura, Helena, Ediciones de la Universidad Politécnica de Catalunya, SL, 1995
- Baca Urbina, G. (2001). Evaluación de proyectos. Cuarta Edición, México D.F., México: Editorial Mc. Graw Hill Interamericana.
- Gitman, L. (2007). Principios de Administración Financiera. Decimoprimer Edición. México: Editorial Pearson Educación.
- Higgins, R. (2004). Análisis para la Dirección Financiera. Séptima Edición. México: Editorial McGraw Hill.
- Ketelhöhn, W. Marín, j. Montiel, E. (2006). Inversiones: Análisis de inversiones estratégicas. Primera Edición. Grupo Editorial Norma, Bogotá, Colombia
- Rosales Posas, Ramón (2008). Formulación y Evaluación de Proyectos. San José, Costa Rica. ICAP.
- Ross, Stephen, Westerfield, Ran y Jordan, Bradford (2010). Fundamentos de Finanzas Corporativas. Novena Edición, México D.F., México: Editorial Mc. Graw Hill.
- Sapag, N. (2003). Preparación y Evaluación de Proyectos. Cuarta Edición. Chile: Editorial Mc Graw Hill.
- Sapag, N. (2007). Proyectos de Inversión Formulación y Evaluación. Primera Edición. México: Editorial Person Educación
- Sapag, Nassir, Sapag, Reinaldo y Sapag, José M. (2014). Preparación y Evaluación de Proyectos. Sexta Edición, México D.F., México: Editorial Mc. Graw Hill Interamericana.
- Solé, Roberto (2011). Técnicas de Evaluación de Flujos de Inversión: Mitos y Realidades. Latindex / Editorial Universidad de Costa Rica. En Volumen 29 (Enero-Junio 2011), Revista de Ciencias Económicas. San José, Costa Rica.
- Salas, T. (2010). Análisis y Diagnóstico Financiero. Quinta Edición. Costa Rica: Ediciones Guayacán.

### **Tesis y proyectos de graduación**

- Sánchez J. (2009). Evaluación financiera para la ampliación de la planta de producción de envases plásticos en la Compañía Numar S.A. Trabajo final de graduación, Programa de Maestría en Dirección de Empresas, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.
- Salazar A. (2009). Viabilidad financiera de la ampliación de una finca de producción de leche en la provincia de Cartago. Trabajo final de graduación, Programa de Maestría en Dirección de Empresas, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.

### **Artículos de la Web**

- Características físicas de los leds | Uso de Leds en la iluminación en WordPress.com.” [En línea]. Recuperado el 20 abril de 2016 de: <http://infoleds.wordpress.com/caracteristicas-fisicas-de-los-leds/>.
- El espectro visible de luz - Ojo Científico. [En línea]. Recuperado el 27 abril de 2016 de: <http://www.ojocientifico.com/2011/10/02/el-espectro-visible-de-luz>.
- Endesa Educa. Sistemas de iluminación (s.f.). Recuperado el 24 de noviembre de 2015 de: [http://www.endesaeduca.com/Endesa\\_educa/recursos-interactivos/el-uso-de-la-electricidad/xxii.-sistemas-de-iluminacion](http://www.endesaeduca.com/Endesa_educa/recursos-interactivos/el-uso-de-la-electricidad/xxii.-sistemas-de-iluminacion).
- Fidel Francisco Álvarez (2014) ¿Por qué es importante un Plan de Viabilidad? Extraído el 20 de octubre del 2015 de <http://www.empresayestrategia.com/2014/01/por-que-es-importante-un-plan-de.html>
- GP Trader Electronic. Principales fabricantes de diodos Led (s.f.). Recuperado el 24 de noviembre de 2015 de : <http://www.comercialid.com/blog/principales-fabricantes-de-diodos-led/>

- Historia de los leds | Uso de Leds en la iluminación en WordPress.com.” [En línea]. Recuperado el 20 abril de 2016 de: <http://infoleds.wordpress.com/historia-de-los-leds/>
- <https://www.cnfl.go.cr/index.php/perfil-cnfl/quienes-somos>
- Magnitudes y unidades de medida. Manual de luminotecnia. [En línea]. Recuperado el 1 de mayo de 2016 de: <http://edison.upc.edu/curs/llum/fotometria/magnitudes-unidades.html>.
- Manuel Sancho. Fitch señaló interferencia política en Fuerza y Luz. CR Hoy [en línea]. 11 de setiembre 2015. [Fecha de consulta: 2 febrero 2015]. Disponible en:<http://www.crhoy.com/fitch-senalo-interferencia-politica-en-calificacion-de-cnfl/economia/>
- Morales, M. (2014). Costa Rica con mala nota en medio ambiente. Revista Perfil. [en línea]. Recuperado de: [http://www.revistaperfil.com/salud/Costa\\_Rica-medio\\_ambientesdesempeno\\_ambiental\\_0\\_536346362.html](http://www.revistaperfil.com/salud/Costa_Rica-medio_ambientesdesempeno_ambiental_0_536346362.html)
- Óscar Rodríguez A. Pérdida de CNFL agudiza su crisis financiera. La Nación [en línea]. 31 de agosto de 2015. [Fecha de consulta: 2 febrero 2015]. Disponible en: [http://www.nacion.com/economia/finanzas/Perdida-CNFL-agudiza-crisis-financiera\\_0\\_1509249083.html](http://www.nacion.com/economia/finanzas/Perdida-CNFL-agudiza-crisis-financiera_0_1509249083.html)
- Rebeca Madrigal. Fuerza y Luz ahorró €8 mil, pero no alcanza equilibrio financiero. CR Hoy [en línea]. 27 de diciembre de 2015. [Fecha de consulta: 2 febrero 2015]. Disponible en: <http://www.crhoy.com/cnfl-ahorro-%c2%a28-mil-pero-no-alcanza-equilibrio-financiero/nacionales/>
- WolframAlpha (s.f.). Recuperado el 24 de noviembre de 2015 de: <https://ledupnfm.wordpress.com/uso-de-los-led-2/>

### Otras referencias

- Bitar, S. (2014). Las tendencias mundiales y el futuro de América Latina. Santiago de Chile: CEPAL.

- Costa Rica. Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica. Plan Nacional de Desarrollo 2015-2018 “Alberto Cañas Escalante” / Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica. -- San José, CR: MIDEPLAN, 2014.
- Costa Rica. Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE). Plan Nacional de Energía 2015-2030 / Dirección Sectorial de Energía (DSE). San José, Costa Rica, 2015.
- DOE. (2011a). Solid-State Lighting Research and Development: Multi Year Program Plan. Washington DC.
- Estudio de impacto ambiental de las fuentes de luz durante: su producción, tiempo de vida y desecho. Santiago Enríquez. Barcelona, 2012
- Instituto Centroamericano de Administración Pública (2010). Guías para la elaboración bibliográfica en los trabajos académicos del ICAP.
- Instituto Centroamericano de Administración Pública (2010). Guías para elaborar el documento de proyecto. Fase de Pre inversión. San José, Costa Rica.
- Instituto Tecnológico de Costa Rica (sf). Guías metodológicas para el desarrollo de un estudio de prefactibilidad y/o factibilidad.
- Ministerio de Ambiente y Energía. Dirección de Cambio Climático. (2014). Situación de partida para el período 2014-2018. San José, Costa Rica: MINAE.
- Salas T. (2015, noviembre). Análisis de métodos para valorar proyectos. Exposición realizada en el Curso Integrado de Alta Gerencia, Programa de Maestría en Administración y Dirección de Empresas, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.
- Solé, R. (2014, octubre). Técnicas de evaluación. Exposición realizada en el curso Preparación y Evaluación de Proyectos, Programa de Maestría en Administración y Dirección de Empresas, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.

**ANEXOS**

**Anexo 1**

Cuestionario aplicado en el estudio de mercado

Universidad de Costa Rica	Maestría Profesional en Finanzas	Estudio de mercado	Número de cuestionario
<b>Viabilidad Financiera Venta Bombillos LED</b>			
Encuestador:	Abril, 2016		
Este cuestionario es únicamente para clientes residenciales de la Compañía Nacional de Fuerza y Luz, S.A, tiene como propósito conocer su interés en bombillos con un alto nivel de ahorro de energía eléctrica; por lo cual solicitamos que responda TODAS las preguntas con la mayor sinceridad posible.			
<b>A. VARIABLES DE CUOTA</b>			
<b>C-01</b>	Seleccione el cantón cantón en el cual habita		
	1.- Alajuela	7.- Curridabat	13.- La Unión
	2.- Alajuelita	8.- Desamparados	14.- Montes de Oca
	3.- Aserri	9.- Escazú	15.- Mora
	4.- Barva	10.- Flores	16.- Moravia
	5.- Belén	11.- Goicochea	17.- San Isidro
	6.- Cartago	12.- Heredia	18.- San José
			19.- Santa Ana
			20.- Santa Bárbara
			21.- Santo Domingo
			22.- Tibás
			23.- Vázquez de Coronado
<b>I. USO DE ENERGÍA DE FORMA EFICIENTE Y CRITERIOS DE SELECCIÓN</b>			
<b>P-01</b>	¿Cuáles considera que son los medios más adecuados para informar sobre el tema de ahorro de energía?		
	1.- Televisión	4.- Sensibilización en ámbitos educativos y comunitarios	7.- Otro
	2.- Radio	5.- Prensa	
	3.- Redes sociales	6.- Internet	
<b>P-02</b>	¿Implementa medidas de ahorro de energía en su hogar?		
	1.-Sí	2.-No (Pase a P-04)	
<b>P-03</b>	¿Qué medidas de ahorro aplica en el hogar?		
	1.- Apaga las luces cuando no las está utilizando	4.- Regula el aire acondicionado	
	2.- Compra equipos eficientes	5.- Impulsa hábitos de ahorro en su hogar	
	3.- Desenchufa el equipamiento cuando no se están utilizando	6.- Otro	
<b>P-04</b>	De los siguientes criterios, ¿cuáles toma en cuenta cuando compra bombillos?		
	1.- Precio	4.- Color de la luz	7.- País de origen
	2.- Tipo de tecnología	5.- Marca	8.- Otro: _____
	3.- Vida útil del bombillo	6.- Potencia	
<b>P-05</b>	De los siguientes tipos de tecnología de iluminación, ¿cuáles utiliza en su hogar actualmente?		
		<b>SI</b>	<b>NO</b>
P-05.1	Bombillo incandescente		
P-05.2	Lámpara fluorescente compacta		
P-05.3	Tubos fluorescentes		
P-05.4	Bombillo LED		
<b>II. CONOCIMIENTO DE LOS BOMBILLOS LED</b>			
<b>P-06</b>	¿Ha recibido información sobre los bombillos LED? 1.-Sí 2.-No (Pase a P-09)		
<b>P-07</b>	¿Cómo se enteró de los bombillos LED?		
	1.- Radio	4.- Periódicos	7.- Volanteo
	2.- TV	5.- Revistas	8.- Un amigo o familiar
	3.- Rótulos	6.- Redes Sociales	9.- Otro: _____
<b>P-08</b>	De los siguientes beneficios de los bombillos LED, ¿cuáles conoce?		
		<b>SI</b>	<b>NO</b>
P-08.1	Presentan alta eficiencia		
P-08.2	Mayor vida útil que otras tecnologías		
P-08.3	Bajo consumo energético		
P-08.4	Contamina menos que otras tecnologías		
<b>P-09</b>	¿Ha utilizado este tipo de tecnología? 1.-Sí (Pase a la P-10) 2.-No (Pase a P-09.1 y luego a la P-12)		
	<b>P-09.1</b>	¿Por qué no?	
		1.- Alto costo	4.- Otra razón
		2.- Falta de información	5.- Ns/Nr
		3.- No le agrada la luz que dá	

<b>P-10</b>	En una escala del 1 al 10, donde 10 es "Totalmente Satisfecho" ¿Qué tan satisfecho se siente al utilizar los bombillo	( )						
<b>P-11</b>	De acuerdo con su experiencia en el uso del bombillo LED, ¿que tan probable es que recomiende a otras personas conocidas a utilizar este tipo de bombillo? Por favor, use una calificación entre 0 y 10, donde 0 es definitivamente "NO la recomiendo" y 10 definitivamente "SI la recomiendo"	( )						
<b>IV. ASPECTOS GENERALES DE CONSUMO Y COMPRA DEL PRODUCTO</b>								
<b>P-12</b>	¿Sabe cuántos bombillos tiene en su hogar? 1.-Sí 2.-No (Pase a P-13)							
	<b>P-12.1</b> ¿Cuántos? _____							
<b>P-13</b>	Si CNFL vende bombillos tecnología LED y el cobro se realiza mediante cargo a la factura del recibo eléctrico, ¿compraría?							
	1.- Sí 2.- No							
<b>P-14</b>	¿Cuánto dinero estaría dispuesto a pagar por un bombillo de tecnología LED?							
	1.- Entre \$2.000 - \$4.000 2.- Entre \$4.001 - \$6.000 3.- Entre \$6.001 - \$8.000 4.- Entre \$8.001 - \$10.000 5.- Más de \$10.001							
<b>P-15</b>	¿Cuál sería su tonalidad preferida de luz?							
	1.- Amarillo cálido 2.- Luz día blanco 3.- Ambos 4.- Ns/Nr							
<b>P-16</b>	¿En qué lugar compra regularmente sus bombillos?							
	1.- Ferretería 2.- Almacén 3.- Supermercado 4.- Otro: _____							
<b>VI. DATOS PERSONALES</b>								
Ya para terminar y solo con fines de clasificación:								
<b>D1.-</b>	¿En cuál rango de edad se encuentra usted?	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>1.- Menor a 25 años</td> <td>3.- Entre 36 años y 45 años</td> </tr> <tr> <td>2.- Entre 25 años y 35 años</td> <td>4.- Mayor a 45 años</td> </tr> </table>	1.- Menor a 25 años	3.- Entre 36 años y 45 años	2.- Entre 25 años y 35 años	4.- Mayor a 45 años		
1.- Menor a 25 años	3.- Entre 36 años y 45 años							
2.- Entre 25 años y 35 años	4.- Mayor a 45 años							
<b>D2.-</b>	¿Trabaja?	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>1.-Sí 2.-No (Pase a D4.)</td> <td><b>D3.-</b> Trabaja en Institución pública o empresa privada</td> <td>1.-Institución pública</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>2. Empresa privada</td> </tr> </table>	1.-Sí 2.-No (Pase a D4.)	<b>D3.-</b> Trabaja en Institución pública o empresa privada	1.-Institución pública			2. Empresa privada
1.-Sí 2.-No (Pase a D4.)	<b>D3.-</b> Trabaja en Institución pública o empresa privada	1.-Institución pública						
		2. Empresa privada						
<b>D4.-</b>	Género	1.- Masculino 2.- Femenino						
<b>D5.-</b>	¿Dentro de cuál de los siguientes rangos se encuentra el ingreso total mensual de su hogar?	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>1.- Menor a \$500.000</td> <td>3.- Entre \$750.001 a \$1.000.000</td> <td>5.- Ns/Nr</td> </tr> <tr> <td>2.- Entre \$500.001 a \$750.000</td> <td>4.- Más de \$1.000.001</td> <td></td> </tr> </table>	1.- Menor a \$500.000	3.- Entre \$750.001 a \$1.000.000	5.- Ns/Nr	2.- Entre \$500.001 a \$750.000	4.- Más de \$1.000.001	
1.- Menor a \$500.000	3.- Entre \$750.001 a \$1.000.000	5.- Ns/Nr						
2.- Entre \$500.001 a \$750.000	4.- Más de \$1.000.001							
Muchas gracias por su tiempo y colaboración.								