



**FACULTAD DE POSTGRADO
TESIS DE POSTGRADO**

**FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE
HIDROCARBURO EN LOS SISTEMAS DE AIRE
ACONDICIONADO DEL PLANTEL DE DISTRIBUCIÓN DE
LA EMPRESA NACIONAL DE ENERGÍA ELÉCTRICA
(ENEE) DE LA CIUDAD DE TEGUCIGALPA.**

**SUSTENTADO POR:
MERLYN PAOLA MARTINEZ PADILLA**

PREVIA INVESTIDURA AL TÍTULO DE

**MÁSTER EN
FINANZAS**

**TEGUCIGALPA M.D.C, FRANCISCO MORAZÁN,
HONDURAS, C.A.**

JUNIO 2017

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA
UNITEC**

FACULTAD DE POSTGRADO

AUTORIDADES UNIVERSITARIAS

RECTOR

MARLON ANTONIO BREVÉ REYES

SECRETARIO GENERAL

ROGER MARTÍNEZ MIRALDA

DECANO DE LA FACULTAD DE POSTGRADO

JOSÉ ARNOLDO SERMEÑO LIMA



FACULTAD DE POSTGRADO

FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE HIDROCARBURO EN LOS SISTEMAS DE AIRE ACONDICIONADO DEL PLANTEL DE DISTRIBUCIÓN DE LA EMPRESA NACIONAL DE ENERGÍA ELÉCTRICA (ENEE) DE LA CIUDAD DE TEGUCIGALPA

NOMBRE DEL MAESTRANTE:

MERLYN PAOLA MARTINEZ PADILLA

Resumen

Debido a la extensa utilización de equipos de aire acondicionado que existe en el gran número de oficinas ubicadas en Tegucigalpa y los altos costos de la energía eléctrica en el país, el presente estudio se elaboró con el objetivo de evaluar la factibilidad para la implementación de gas propano o hidrocarburo (refrigerante R-290) en los sistemas de aire acondicionado del Plantel de Distribución de la ENEE en Tegucigalpa, para obtener una solución de eficiencia energética para reducción de costos, mediante la sustitución del gas refrigerante R-22, asimismo contribuir a la reducción del impacto ambiental. El presente estudio está dirigido bajo un enfoque cuantitativo mediante un diseño de investigación correlacional, basados en los métodos de evaluación financiera del valor presente neto y tasa interna de retorno, además de realizar un análisis de sensibilidad para evaluar la rentabilidad de la inversión. Los resultados del estudio muestran los beneficios por la reducción de costos de consumo energía eléctrica y el rendimiento financiero de la inversión, fundamentado en los métodos aplicados. Se concluyó que la inversión es rentable y se recomendó la realización de la implementación del hidrocarburo R-290 en los sistemas de aire acondicionado del plantel.

Palabras claves: Eficiencia energética, Hidrocarburo R-290, Sistemas de aire acondicionado, Tasa interna de retorno, Valor presente neto.



GRADUATE SCHOOL

FEASIBILITY FOR THE IMPLEMENTATION OF HYDROCARBONS IN THE AIR CONDITIONINGS SYSTEMS IN THE DISTRIBUTION PLAN OF THE NATIONAL ELECTRIC ENERGY COMPANY (ENEE) OF TEGUCIGALPA.

BY:

MERLYN PAOLA MARTINEZ PADILLA

Abstract

Due to the extensive use of air conditioning equipment that exist in the large number of offices located in Tegucigalpa and the high costs of electric power in the country, the present study was elaborated with the objective of evaluating the feasibility for implementation gas propane or hydrocarbon (refrigerant R-290) in the air conditioning systems of the ENEE Distribution Plant in Tegucigalpa, to obtain an energy efficiency solution to reduce costs by replacing of the refrigerant gas R-22, contribute to the reduction of environmental impact. The present study is directed under a quantitative approach through a correlational research design, based on the methods of financial evaluation of net present value and internal rate of return, in addition to performing a sensitivity analysis to evaluate the return on investment. The results of the study show the benefits of reducing energy consumption costs and the financial return on investment, based on the methods applied. It was concluded that the investment is profitable and recommended the implementation of the hydrocarbon R-290 in the air conditioning systems of the plant.

Keywords: Energy Efficiency, Hydrocarbon R-290, Air Conditioning Systems, Internal rate of return, Net present value.

DEDICATORIA

Esta tesis va dedica en primer lugar a Dios quien me dio la fortaleza y voluntad para cumplir esta meta, a mi bella madre por cuidarme y ayudarme siempre con mucho amor, a mi abuelita que es mi segunda madre y quien ha sido una gran guía en mí vida y a toda mi familia que son lo más importante para mí.

También dedico especialmente este logro a mi novio, por todo su amor, su gran paciencia y apoyo incondicional.

MERLYN MARTINEZ

AGRADECIMIENTOS

La elaboración de esta tesis no hubiese sido posible sin el apoyo y guía de mi asesor el Dr. Sammy Castro quien con su paciencia y valiosa enseñanza me guio en cada una de las etapas de este proyecto, lo cual agradezco infinitamente. Extiendo mi agradecimiento a todos mis catedráticos de Postgrado por la formación y las enseñanzas brindadas, que también fueron de mucha ayuda para realizar esta tesis.

Agradezco a la dirección de los departamentos de Unidad de Gestión de la Medida y Planificación y Estudios de la ENEE y a la dirección de la Unidad Técnica de Ozono Instituciones que me proporcionaron la información estadística que fue necesaria para mi tesis.

Merlyn Martinez

INDICE DE CONTENIDO

| | |
|---|-----------|
| CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN | 1 |
| 1.1 INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| 1.2 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA..... | 2 |
| 1.3 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA..... | 3 |
| 1.3.1 ENUNCIADO DEL PROBLEMA..... | 3 |
| 1.3.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA | 3 |
| 1.3.3 PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN | 5 |
| 1.4 OBJETIVOS DEL PROYECTO | 5 |
| 1.4.1 OBJETIVO GENERAL | 5 |
| 1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS | 5 |
| 1.5 JUSTIFICACIÓN | 6 |
| CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO..... | 8 |
| 2.1 ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL..... | 8 |
| 2.1.1 PRODUCTO INTERNO BRUTO (PIB) Y CONSUMO ENERGÉTICO | 8 |
| 2.1.2 DISTRIBUCIÓN DEL CONSUMO ENERGÍA ELÉCTRICA EN | |
| HONDURAS..... | 13 |
| 2.1.3 ANÁLISIS DEL IMPACTO AMBIENTAL | 17 |
| 2.2 TEORÍAS DE SUSTENTO..... | 19 |
| 2.2.1 ANÁLISIS DE LAS METODOLOGÍAS UTILIZADAS | 19 |
| 2.2.1.1 VALOR PRESENTE NETO (VPN)..... | 20 |
| 2.2.1.2 TASA INTERNA DE RETORNO (TIR) | 24 |
| 2.2.2 ANTECEDENTES DE METODOLOGÍAS PREVIAS | 25 |
| 2.2.3 ANÁLISIS CRÍTICO DE LAS METODOLOGÍAS UTILIZADAS | 29 |
| 2.3 CONCEPTUALIZACIÓN | 32 |
| 2.4 INSTRUMENTOS UTILIZADOS..... | 34 |
| 2.5 MARCO LEGAL..... | 34 |
| CAPITULO III. METODOLOGÍA | 36 |
| 3.1 APLICACIÓN METODOLÓGICA | 36 |

| | | |
|--|---|-----------|
| 3.2 | DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN | 38 |
| 3.3 | UNIDAD DE ANÁLISIS | 38 |
| 3.4 | LIMITANTES DEL ESTUDIO | 38 |
| CAPITULO IV. RESULTADOS Y ANÁLISIS..... | | 39 |
| 4.1 | INVERSIÓN INICIAL..... | 39 |
| 4.2 | PROYECCIÓN DE CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA..... | 41 |
| 4.3 | PROYECCIÓN DE LOS PRECIOS DE ENERGÍA ELÉCTRICA..... | 43 |
| 4.4 | SUPUESTOS DEL CONSUMO Y AHORRO ENERGÉTICO DE LOS SISTEMAS DE AIRE ACONDICIONADOS DEL PLANTEL | 48 |
| 4.5 | CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA SIN Y CON HIDROCARBURO EN A/C | 49 |
| 4.6 | COSTO DE OPORTUNIDAD DE LA INVERSIÓN..... | 50 |
| 4.7 | FLUJO DE EFECTIVO..... | 51 |
| 4.8 | EVALUACIÓN FINANCIERA..... | 51 |
| 4.9 | ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD | 52 |
| CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES..... | | 53 |
| 5.1 | CONCLUSIONES | 53 |
| 5.2 | RECOMENDACIONES..... | 54 |
| BIBLIOGRAFÍA | | 55 |
| ANEXOS..... | | 57 |
| | ANEXO 1 | 57 |
| | ANEXO 2..... | 58 |
| | ANEXO 3..... | 59 |
| | ANEXO 4..... | 60 |
| | ANEXO 5..... | 61 |
| | ANEXO 6..... | 63 |
| | ANEXO 7 | 64 |
| | ANEXO 8..... | 66 |
| GLOSARIO..... | | 68 |

INDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1. Tasas de crecimiento del PIB de la Subregión CRAD 2015-2017..... | 9 |
| Tabla 2. Proyección de consumo de energía eléctrica del Plantel ENEE..... | 42 |
| Tabla 3. Tarifario de energía eléctrica aplicado al Plantel ENEE. | 43 |
| Tabla 4. Precios esperados de energía eléctrica según los tres escenarios. | 47 |
| Tabla 5. Comparativo de proyección de costos de energía por uso de sistemas de aire acondicionado..... | 49 |
| Tabla 6. Flujo de efectivo periodo 2017-2022. | 51 |
| Tabla 7. Flujo de efectivo periodo 2023-2029. | 51 |
| Tabla 8. Indicadores de rentabilidad financiera..... | 51 |
| Tabla 9. Comparativo de valoración inversión de implementación de R-290 en los sistemas de aire acondicionado del Plantel ENEE, bajo tres escenarios de precios, periodo 2018-2029. | 52 |
| Tabla 10. Valoración inversión de implementación de R-290 en los sistemas de aire acondicionado del Plantel ENEE, escenario desfavorable (disminución del 5% del consumo de energía por a/c). | 52 |

INDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1. PIB de Honduras Por Actividad Económica en el año 2016 | 10 |
| Figura 2. Consumo de energía por región en el año 2016..... | 12 |
| Figura 3. Comportamiento de la demanda en Honduras sector No Residencial | 14 |
| Figura 4. Balance de Energía por consumo Eléctrico (kWh/mes) | 15 |
| Figura 5. Distribución del consumo de energía por sector en el año 2016..... | 16 |
| Figura 6. Emisiones de Gases de Efecto Invernadero en Honduras 1970-2012..... | 17 |
| Figura 7. Metodología en la Implementación de Hidrocarburo R-290 en un sistema de aire acondicionado..... | 28 |
| Figura 8. Consumo histórico de energía eléctrica del Plantel ENEE (2005-2106)..... | 41 |
| Figura 9. Comportamiento de precios según escenario uno..... | 45 |
| Figura 10. Comportamiento de precios según escenario dos. | 46 |
| Figura 11. Comportamiento de precios de energía según los tres escenarios. | 47 |
| Figura 12. Comparativos costos de energía sin y con R-290 en los sistemas de aire acondicionado del Plantel periodo 2018-2029. | 50 |

CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 INTRODUCCIÓN

Honduras es un país en vías de desarrollo, cuenta con una población de 8,714,641 habitantes (INE, 2016), el consumo de energía eléctrica se asocia de manera directa al crecimiento poblacional y progreso de los pueblos, este escaso recurso es vital para la funcionalidad de aquellos sectores que cumplen un rol importante en la vida económica y social de la nación , pero al mismo tiempo, su sostenibilidad se dificulta debido a que sus costos de generación van en aumento año con año, encareciendo los gastos de operación por consumo de energía eléctrica de los hogares y todos los sectores económicos.

Actualmente en Honduras, hay una gran utilización de equipos de refrigeración y aire acondicionado, los cuales son necesarios para la operación de sectores como ser: residencial, la industria, comercio, hotelería, gobierno, oficinas entre otros, y, los cuales tienen un alto porcentaje de consumo de energía eléctrica. Estos sistemas utilizan casi en su mayoría hidroclorofluorocarbono (HCFC) y hidrofluorocarbono (HFC) para su funcionamiento; se ha comprobado que dichos gases refrigerantes afectan en el medio ambiente mediante su contribución al calentamiento global y destrucción de la Capa de Ozono ubicado en la estratosfera; del mismo están sustancias son ineficientes, lo cual aumenta el consumo y costos del recurso energético. Sin embargo, mediante estudios técnicos realizados actualmente, se ha mostrado que existen otras alternativas como ser refrigerantes denominado ecológicos, debido a que los mismos disminuyen el impacto ambiental y mejoran en una importante medida la eficiencia energética en los sistemas.

El presente trabajo está orientado para establecer un estudio de factibilidad de la sustitución del refrigerante tradicional (R-22) por Gas Propano (refrigerante R-290) en los sistemas de aire

acondicionado del edificio del Plantel de Distribución de la ENEE, ubicado en la Ciudad de Tegucigalpa, donde se midió el ahorro en costo por la reducción del consumo de energía para determinar su factibilidad en función de la inversión del costo instalado.

1.2 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

La preocupación por la capa de ozono inició a nivel mundial en el año de 1974, cuando dos importantes investigadores, Sherwood Roland y Mario Molina de la Universidad de Berkeley en California, Estados Unidos de América, publicaron su teoría que la capa de ozono protege a la tierra de los rayos ultravioletas que llegan producto de la energía solar (Mayta , 2007).

En el año de 1987 se firmó el Protocolo Montreal con la participación de 184 países, incluido Honduras; posteriormente, en 1990 se realizó la enmienda de Londres al Protocolo de Montreal, en la cual se estableció la calendarización para la eliminación de las sustancias que deterioran la capa de Ozono (Chong & Valladares, 2016).

El interés mundial de buscar nuevas alternativas para usar de manera eficiente los recursos energéticos a todos los niveles, de manera principal en los sectores de la industria y el comercio, ha crecido a través del tiempo. Una de las principales razones de ese interés es la crisis energética a nivel mundial, y, Honduras no es la excepción.

En años recientes los costos de la energía eléctrica en Honduras han alcanzado altos niveles, repercutiendo en un encarecimiento de los gastos de operación de los diferentes sectores empresariales públicos y privados. “Por tal razón ha surgido un especial interés de búsqueda de alternativas para aumentar la eficiencia energética de un equipo y consecuentemente obtener una reducción de costos por este concepto” (Chong & Valladares, 2016, p. 9).

De acuerdo con el estudio experimental realizado por Chong y Valladares (2016), sobre la implementación y pruebas de procedimiento de reconversión de un sistema de aire acondicionado, se demostró que “El propano es un Hidrocarburo que es considerado como el idóneo para sustituir el refrigerante R-22, puesto que su impacto a la capa de ozono es nulo, así como su potencial de calentamiento global ” (p.9).

Así mismo, se determinó en el estudio en mención que la implementación de hidrocarburo (R-290) le generó una eficiencia del 12% al sistema de aire acondicionado y una reducción del impacto ambiental, en términos porcentuales del 76.32% (Chong & Valladares, 2016).

1.3 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

1.3.1 ENUNCIADO DEL PROBLEMA

Actualmente, en Honduras los sectores Industrial, Gubernamental y Comercial están siendo afectados por los altos costos de energía eléctrica que demandan sus equipos; en su mayoría, los sistemas de aire acondicionado que funcionan a través del refrigerante (R-22) el cual tiene un alto impacto ambiental y a su vez acelera el consumo de energía debido a su ineficiencia energética, esto, representa un impacto negativo para estos sectores desde el punto de vista económico y financiero.

1.3.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

El uso de los refrigerantes Hidroclorofluorocarbonados como el HCFC-22 en los equipos de aire acondicionado representan problemas ambientales y económicos en alto grado, desde el punto de vista ambiental, generan un fuerte daño a la capa de ozono, por el lado económico, produce un elevado consumo de energía, aumentando el costo de la factura de energía eléctrica.

(Calm, 1994) asegura que el ozono de la estratósfera se ve en parte afectada por la liberación de los refrigerantes agotadores de ozono del aire acondicionado y los sistemas de refrigeración.

(L. Maclaine-Cross & E. Leonardi, 1997) afirman que el uso de refrigerantes de hidrocarburos y fluorocarbonos algunas veces provocaba la reducción de hasta un 20% en el consumo de energía.

En Honduras se han tomado acciones para reducir los impactos ambientales, por ejemplo, calendarios de reducción para la eliminación de estas sustancias que perjudican la capa de ozono, sin embargo, el uso del refrigerante R-22 predomina en los sistemas de aire acondicionado del país debido a los recursos económicos limitados que tienen algunos de los diferentes sectores industriales, comerciales y de gobierno para instalar nuevas tecnologías menos contaminantes del ambiente, sumado a eso, en Honduras los cambios tecnológicos son más lentos comparados con los países desarrollados.

De acuerdo al estudio realizado por (Chong & Valladares, 2016) se determinó la factibilidad técnica de la implementación del refrigerante (R-290) a un sistema de aire acondicionado que utiliza el refrigerante (R-22), concluyendo que reduce el impacto ambiental en 76.32% y que además se produce un ahorro de energía equivalente al 12%.

Basados en el estudio mencionado anteriormente, y tomando en cuenta las buenas prácticas internacionales de optimizar la eficiencia energética, se considera importante la evaluación financiera de la implementación del hidrocarburo (R-290) en los sistemas de aire acondicionado de un edificio de oficinas.

1.3.3 PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

1. ¿Cuál es la inversión inicial requerida para la implementación del gas refrigerante (R-290) en cada uno de los equipos de aire acondicionado del edificio?
2. ¿Cuáles son los costos directos e indirectos de la implementación del refrigerante (R-290) a los equipos de aire acondicionado del edificio?
3. ¿Cuáles son los costos anuales por consumo de energía eléctrica por el uso de los equipos de aire acondicionado sin la implementación del hidrocarburo?
4. ¿Cuáles son los costos estimados anuales por consumo de energía eléctrica por el uso de los equipos de aire acondicionado con la implementación del hidrocarburo?
5. ¿Cuáles es el ahorro en costo anual de energía eléctrica con la implementación del hidrocarburo en los sistemas de aire acondicionado?

1.4 OBJETIVOS DEL PROYECTO

1.4.1 OBJETIVO GENERAL

Evaluar la factibilidad de la implementación gas propano (Refrigerante R-290) en los sistemas de aire acondicionado del Plantel de Distribución de la ENEE en Tegucigalpa, para reducir los costos por consumo de energía eléctrica mediante la sustitución del gas refrigerante R-290.

1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Calcular la inversión inicial de la implementación del gas refrigerante (R-290) en cada uno de los equipos de aire acondicionado del edificio.
- Estimar los costos asociados directos e indirectos de la implementación del refrigerante (R-290) en los equipos de aire acondicionado del edificio.
- Determinar los costos anuales por consumo de energía eléctrica por el uso de los equipos de aire acondicionado sin de la implementación del hidrocarburo.

- Definir los costos estimados anuales por consumo de energía eléctrica por el uso de los equipos de aire acondicionado después de la implementación del hidrocarburo.
- Determinar el ahorro en costo anual por consumo de energía eléctrica con la implementación del hidrocarburo en los sistemas de aire acondicionado.

1.5 JUSTIFICACIÓN

Honduras como miembro del Protocolo de Montreal desde el año 1993, ha ejecutado proyectos para el control, importación y exportación de equipos y sustancias agotadoras de la capa de ozono (SAOs), aplicando calendarios de eliminación de dichas sustancias; actualmente se han realizado estudios de impactos ambientales ocasionados por las SAOs, razón por la cual resulta relevante la implementación de sustancias refrigerantes alternativas y con poco o ningún potencial de agotamiento de ozono.

Debido a lo anterior se están implementando nuevas tecnologías para disminuir el impacto ambiental y el consumo de energía eléctrica en la utilización de espumas rígidas, aerosoles y sistemas de refrigeración, resaltando que esto contribuye al sostenimiento de la economía de un país y la vida del planeta.

El alto consumo es una de las razones fundamentales de la crisis energética en el territorio hondureño, debido principalmente a los altos costos por generación, mismos que se trasladan a las tarifas pagadas por los consumidores finales.

Los sistemas de aire acondicionado son evidentemente necesarios para el funcionamiento, operación y/o producción tanto en los sectores residenciales como no residenciales como ser:

Industria, Comercio, Gobierno y otros, por ello, tienen una importante demanda energética principalmente en las Ciudades de San Pedro Sula y Tegucigalpa.

En este contexto, se considera de importancia que las diferentes Instituciones Gubernamentales sean contribuyentes activos para tener edificaciones más amigables con el medio ambiente, y a su vez, poner en práctica acciones de eficiencia energética.

Mediante la implementación de hidrocarburos en los sistemas de aire acondicionado en el Plantel de Distribución de la ENEE, se pretende mejorar el desempeño de dichos sistemas que funcionan actualmente con el refrigerante R-22 al sustituir por una nueva tecnología como ser el hidrocarburo o gas propano (R-290) y obtener una edificación de alto rendimiento en función del ahorro y reducción de emisiones contaminantes.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1 ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL

Habiendo considerado y enunciado el objetivo general y las preguntas de investigación, y después de justificar la importancia de considerar el estudio de factibilidad de la implementación de hidrocarburos en los sistemas de aire acondicionado del Plantel de Distribución de la ENEE; en el presente capítulo se desarrolla un análisis de los entornos que rodean el planteamiento del problema.

2.1.1 PRODUCTO INTERNO BRUTO (PIB) Y CONSUMO ENERGÉTICO

La sede regional en México de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), en su informe “ Centroamérica y República Dominicana: evolución económica en 2016 y perspectivas 2017” indica que la actividad económica de los países de Centroamérica y la República Dominicana (CARD) continua mostrando un buen desempeño en 2016 ya que el Producto Interno Bruto (PIB) promedio en conjunto fue del 4.5% , sin embargo, este fue menor que el año 2015 (4.9%), fundamentalmente a causa de una demanda externa menos favorable, por un menor crecimiento de la economía de Estados Unidos. (CEPAL, 2017).

En la tabla 1 se muestra la evolución del crecimiento del PIB en los años 2015 y 2016 más una proyección del 2017:

Tabla 1. Tasas de crecimiento del PIB de la Subregión CRAD 2015-2017.

| País | 2015 | 2016 | 2017 |
|-----------------------------|-------------|-------------|-------------|
| Costa Rica | 3.7% | 4.10% | 3.9% |
| El Salvador | 2.5% | 2.2% | 2.2% |
| Guatemala | 4.1% | 3.3% | 3.3% |
| Honduras | 3.6% | 3.5% | 3.4% |
| Nicaragua | 4.9% | 4.8% | 4.7% |
| Panamá | 5.8% | 5.2% | 4.9% |
| República Dominicana | 7.0% | 6.4% | 6.2% |
| Promedio CARD | 4.9% | 4.5% | 4.5% |

Fuente: Elaboración Propia con datos de la (CEPAL, 2017).

En la tabla 1 se muestran las tasas de crecimiento del PIB 2015-2017 para los países ahí descritos, los porcentajes del 2016 corresponden a estimaciones y los del 2017 a proyecciones de la CEPAL. Como se puede observar el dinamismo económico para el año 2016 se mantuvo, esto por la demanda interna (inversión y consumo), variables macroeconómicas que se vieron positivas, en contraste con las exportaciones netas que tuvieron un resultado negativo; el consumo privado aumento por una menor inflación, la cual tuvo un promedio anual del 2% en el año anterior, producto a su vez de una caída interanual media de los precios internacionales de los energéticos, aumentos de las remesas familiares y menores tasas de interés (CEPAL, 2017).

Las variables macroeconómicas que son los motores tradicionales de crecimiento para la Subregión (CARD) están siendo amenazados en el corto y mediano plazo por las consecuencias que traerían las nuevas políticas migratorias, comerciales y de inversión que reducirán el dinamismos del comercio internacional y la inversión extranjera directa, y, por otro lado, por el repunte de los precios internacionales de los energéticos (CEPAL, 2017).

La demanda de energía eléctrica tiene incidencia en el crecimiento económico de un país en la medida que este suministro es necesario para el desarrollo de las actividades económicas que

más contribuyen al PIB. Zapata (2011) indica que el PIB y la demanda de energía en un país son variables que han tenido una relación directa a lo largo del tiempo; No obstante, esta relación se ve afectada entre otras por i) la alta contribución del PIB de actividades que requieren menos consumo de electricidad para su desarrollo, ii) la mayor eficiencia energética en los procesos productivos, iii) el aumento de la autoproducción de energía.

Como un ejemplo en el caso de Honduras, el Sector Económico de Construcción el cual utiliza un menor consumo de energía para sus procesos productivos, tiene una incidencia mínima en el crecimiento del PIB, por el poco desarrollo de éste en el país.

Como ilustración de lo anterior, se muestra en la figura 1 las principales actividades económicas que componen el PIB de Honduras:

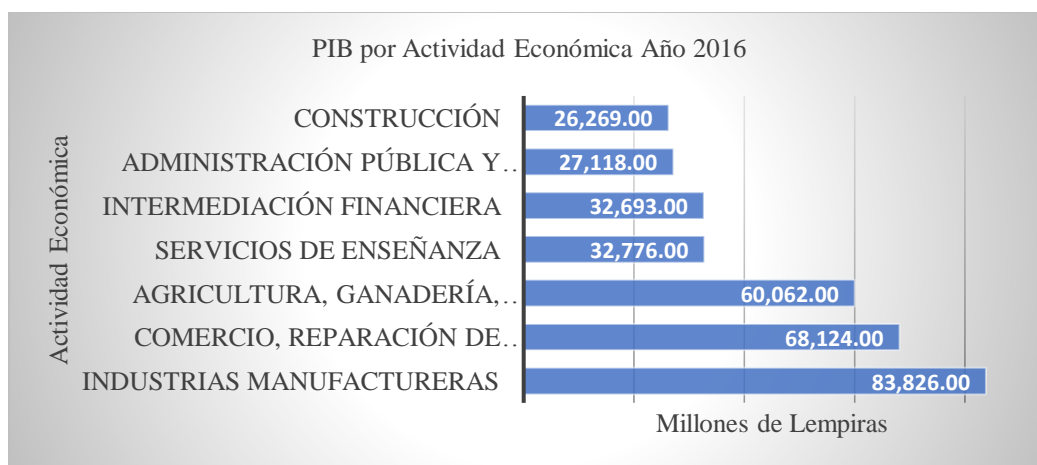


Figura 1. PIB de Honduras Por Actividad Económica en el año 2016

Fuente: Elaboración Propia con datos de la (BCH, 2017).

Como se puede observar en la figura anterior, los dos sectores que tuvieron mayor contribución al PIB de Honduras en el año 2016 son los Industriales y Comerciales, los cuales

típicamente son los motores que contribuyen al desarrollo económico del país, junto con los sectores de Agricultura, Ganadería, Caza, Silvicultura y Pesca que ocupan en el tercer lugar, en contraste al Sector Construcción que ocupó el séptimo lugar en el PIB, teniendo una menor contribución el mismo.

El consumo energético es un insumo vital para los bienes y servicios producidos por los rubros de mayor producción. (Barreto Nieto y Robledo, 2012) afirman que los países latinoamericanos son energético-dependientes ya que en promedio un 59.5% de su PIB está orientado al sector de servicios en su economía, el cual está asociado a una fuerte dependencia de los factores de producción de energía y del trabajo, así mismo menciona, que aunque en el corto plazo las políticas de uso eficiente de la energía puede tener resultados negativos para la economía, las naciones deben tomar decisiones a corto plazo sobre los efectos positivos que tienen las mismas sobre el medio ambiente.

Como se observó en la figura 1, los principales sectores económicos de Honduras son Industria y Comercio, los cuales están concentrados principalmente en la región Nor-Occidental del país, y tiene un consumo total de energía eléctrica en dicha zona de L4, 458.40 Millones de Lempiras en el año 2016, lo que se puede apreciar en la siguiente figura:

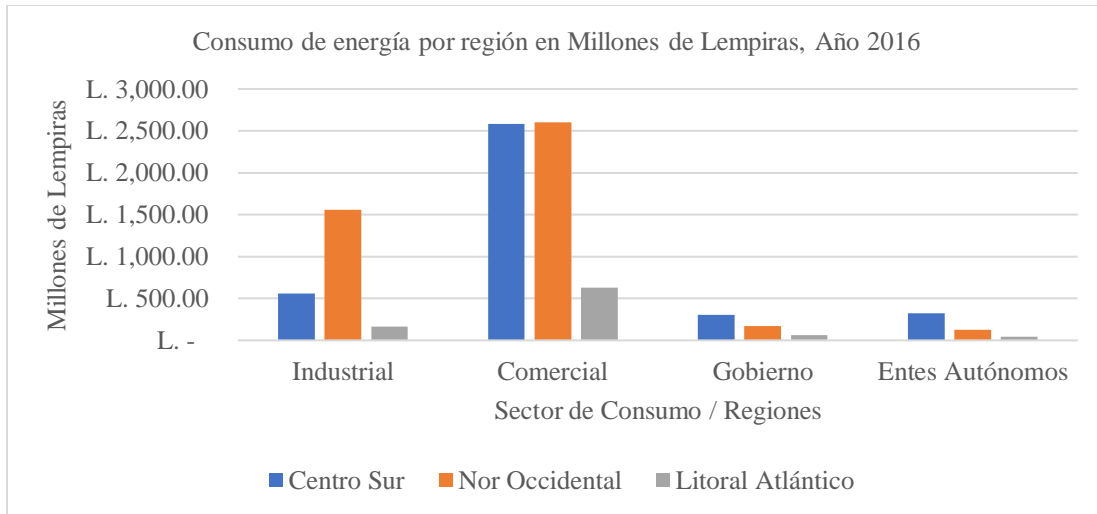


Figura 2. Consumo de energía por región en el año 2016

Fuente: Elaboración Propia con datos de (ENEE, 2017).

La región Nor-Occidental de Honduras de acuerdo con sus condiciones meteorológicas, es una zona donde se presentan altas temperaturas, y, por tanto, buena parte de la energía que se consume es para la climatización de los ambientes productivos y comerciales.

Es común observar instalaciones de sistemas de aires acondicionado en las oficinas, plantas de producción, de distribución y cualquier otro ambiente de los sectores comerciales, industriales y gubernamentales, principalmente en las zonas más tropicales del país, como ser el Nor-Occidente donde prevalecen altas temperaturas climáticas en casi todo el año. Es así que los sistemas de aire acondicionado y los equipos de refrigeración son vitales para el desarrollo de las mayores actividades económicas del país, en función del origen de sus industrias y de las zonas geográficas donde se encuentran.

Por otro lado, una climatización ideal contribuye al buen desempeño productivo del recurso humano. (BBC Mundo, 2017) en su artículo sobre el aire acondicionado menciona que estudios

han revelado que el uso de éste en las oficinas hace que las personas sean un 24% más productivos y que después de eso, los economistas han determinado que hay una relación entre la productividad y la frescura, destacando que un año con más altas temperaturas de lo normal es negativo para la productividad de los países calientes.

Los sistemas de climatización, refrigeración o aires acondicionados son fundamentales para la operación de los principales sectores económicos, se considera que demandan una gran parte del consumo energético de dichos sectores, tomando en cuenta el contexto internacional, el estudio llamado Conservación de Energía para Edificios de Oficinas realizado por (The Energy Conservation Center, 2010), indica que el 68% del consumo de energía de un edificio de oficinas corresponde a la carga por aire acondicionado; por su parte, (Luo, Tang, & Huang, 2006) señala que los aires acondicionados representan entre el 30% y 50% del valor total de la energía consumida por un edificio comercial, razón por la cual la eficiencia energética ha obtenido una creciente atención.

2.1.2 DISTRIBUCIÓN DEL CONSUMO ENERGÍA ELÉCTRICA EN HONDURAS

Según el Informe Preliminar del Banco Mundial (2016) sobre el modelo de manejo de la demanda para Honduras, la demanda no residencial se compone por los sectores: Industrial, Gubernamental y Comercial.

El informe muestra la demanda de consumo de energía eléctrica para realizar actividades económicas y del aparato estatal, la cual tiene una tendencia alcista para los mencionados sectores.

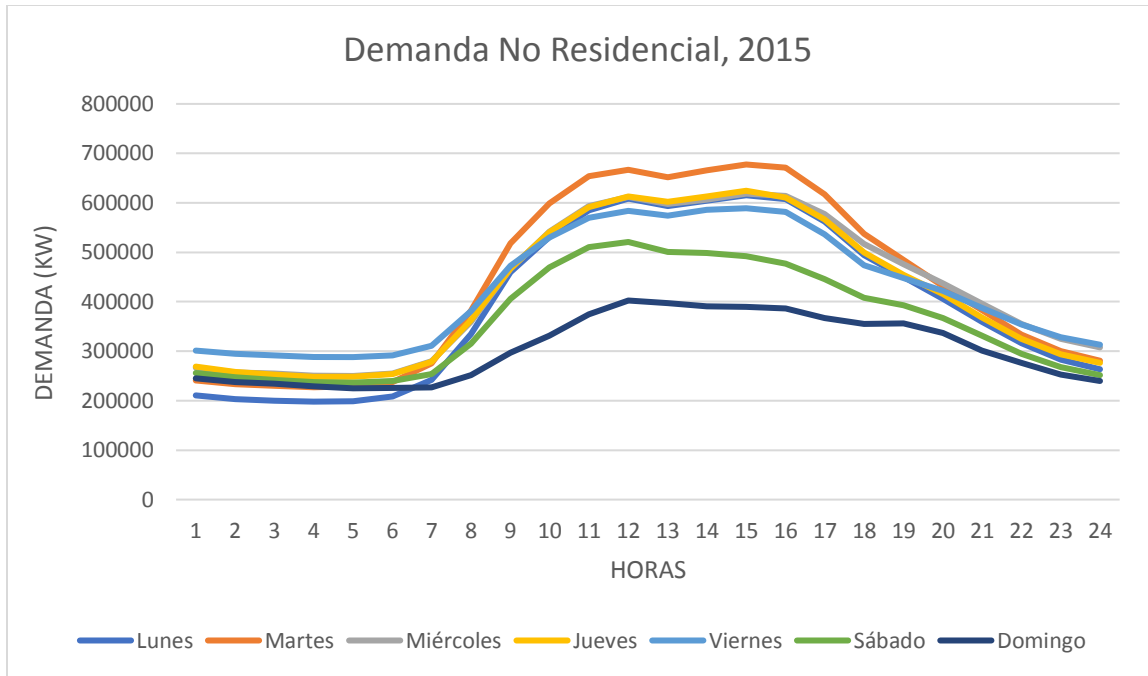


Figura 3. Comportamiento de la demanda en Honduras sector No Residencial

Fuente: (Banco Mundial, 2016).

Como se muestra en la figura anterior, el sector no residencial demanda mayor energía en los días martes, la cual es de 690,000 kW aproximadamente, en donde su pico máximo se presenta entre las 10:00 y 16:00 horas.

Para identificar los equipos que tienen mayor peso en el consumo de la energía eléctrica demandada, la ENEE realiza auditorías energéticas con el fin de que las diferentes instituciones públicas y privadas tengan conocimiento de cuáles son los sistemas y equipos eléctricos donde hay que redirigir los esfuerzos para optimizar el uso de la energía eléctrica, el objeto de estudio son edificios que están conformados por oficinas, los cuales principalmente constan de equipos de aire acondicionado, equipo de oficina electrónicos, sistemas de iluminación y bombas de agua.

En la siguiente figura se muestra el balance de energía promedio por consumo eléctrico según las diferentes auditorías energéticas realizadas en diferentes edificios de oficinas gubernamentales y privadas de la ciudad de Tegucigalpa.

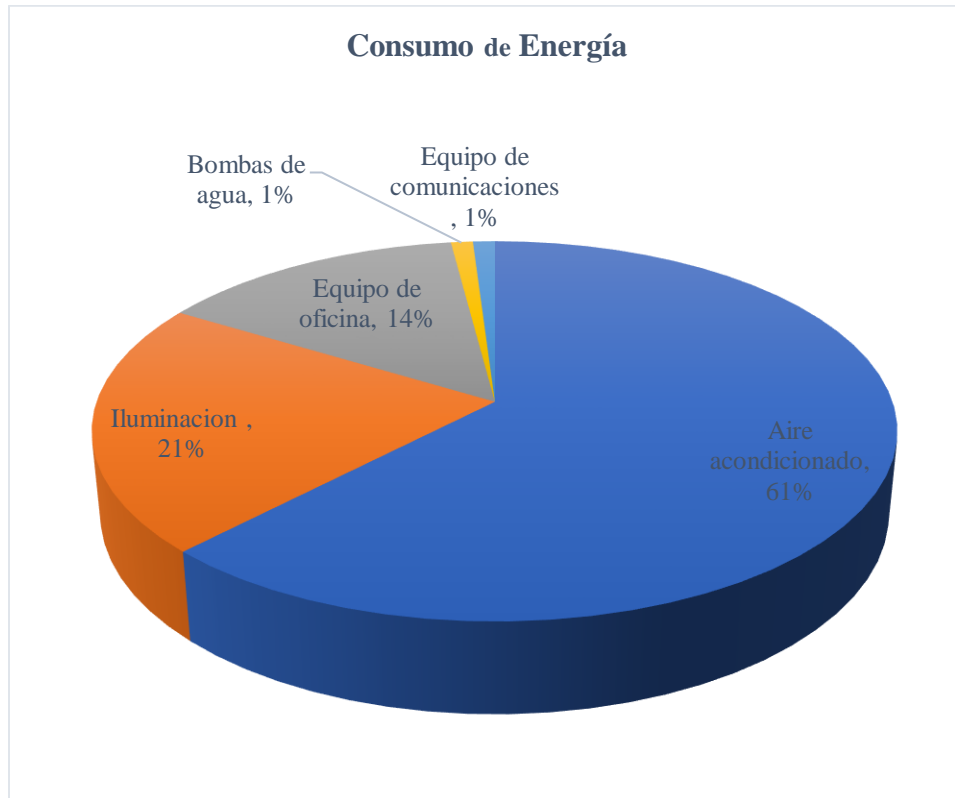


Figura 4. Balance de Energía por consumo Eléctrico (kWh/mes)

Fuente: (ENEE, 2017).

En la figura anterior se representa el indicador porcentual de consumo de energía por tipo de aparato utilizado en los edificios de oficina, en el cual se identifica que los sistemas de aire acondicionado tienen el mayor peso (61%).

La conservación y eficiencia energética representa una reducción de los costos operacionales, es así que las auditorías energéticas permiten que las oficinas identifiquen cuales

equipos consumen la mayor parte de energía en sus diferentes áreas, para tomar las acciones necesarias y reducir el costo en la factura por energía consumida.

Para el caso del año 2016, los costes por consumo de energía para los sectores en cuestión, se muestran en la figura siguiente:

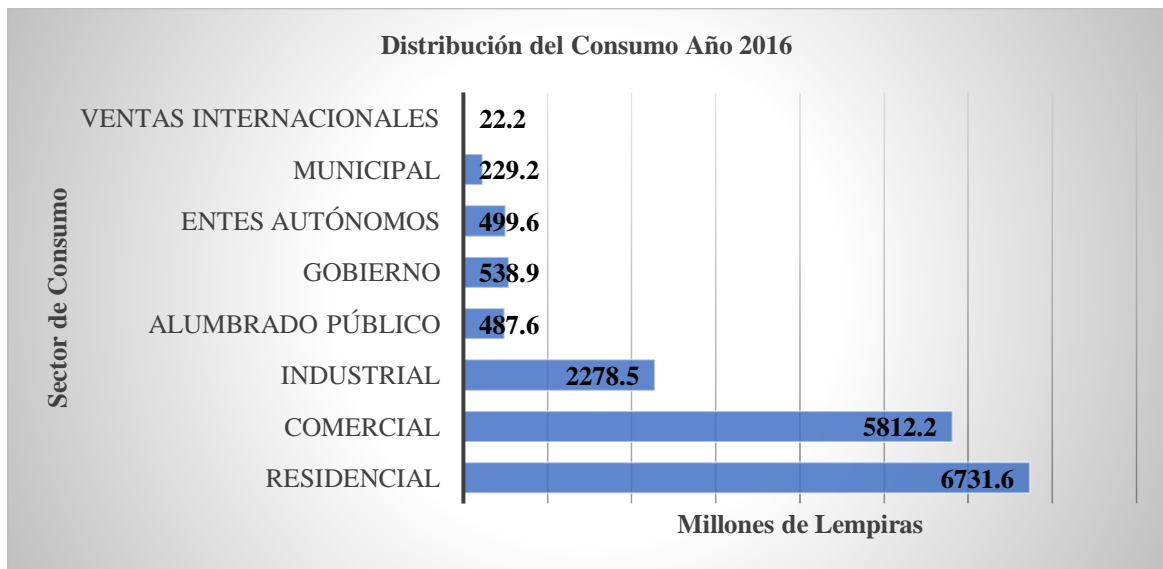


Figura 5. Distribución del consumo de energía por sector en el año 2016

Fuente: Elaboración propia con datos de (ENEE, 2017).

Como se observa en la figura 4, los costes por energía de los sectores residenciales, comercial e industrial para el año anterior fueron de L6, 731.60, L5, 812.20 y L2, 278.50 millones de Lempiras respectivamente, siendo los más altos, confirmando con estos datos que los principales sectores económicos del país son los que más incurren en costos monetarios por el consumo energético, por ser éstos, energético-dependientes en cuanto al desarrollo de sus operaciones se trata.

2.1.3 ANÁLISIS DEL IMPACTO AMBIENTAL

En la década de los setenta surgieron las preocupaciones sobre la degradación de la Capa de Ozono ubicada en la estratósfera, debido a los CFC, HCFC y otro tipo de sustancias nocivas. En la mencionada década, algunos científicos indicaron que la liberación de dichas sustancias en la atmósfera dañaba la Capa de Ozono (PNUMA, 2016).

En la siguiente grafica se muestran las emisiones de Gases de efecto invernadero de Honduras en kilo toneladas (kt) equivalentes de CO2 en los años 1970-2012, donde se puede observar el crecimiento exponencial de dichas sustancias a lo largo del tiempo:

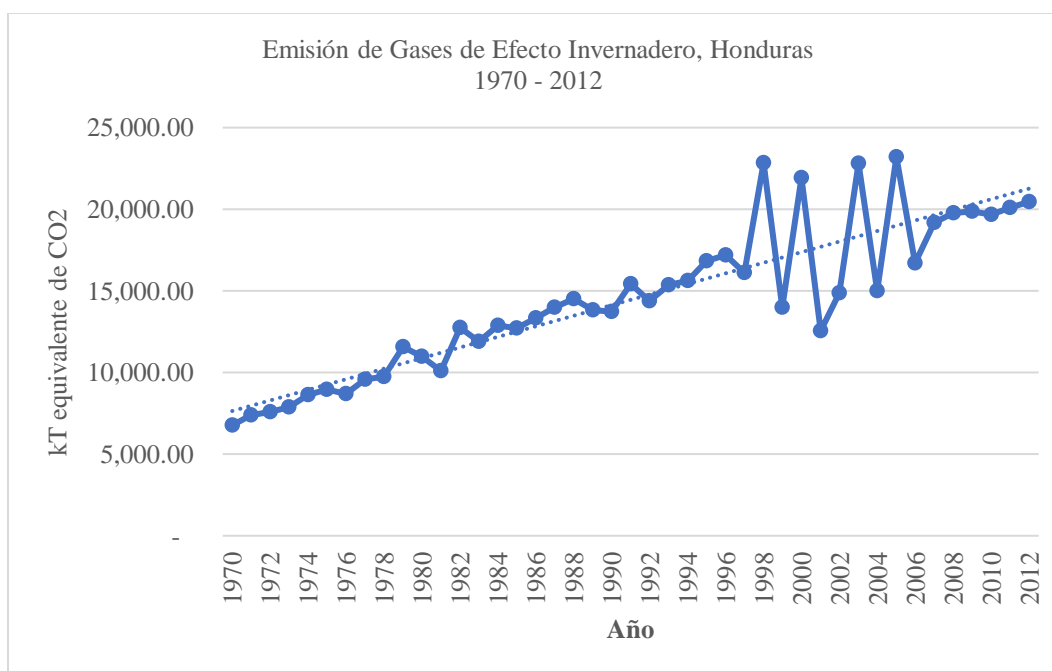


Figura 6. Emisiones de Gases de Efecto Invernadero en Honduras 1970-2012

Fuente: Elaboración propia con datos de («Banco Mundial», 2017).

Como se mencionó en la sección anterior, los Sectores Residenciales, de Industria y Comercio son los principales consumidores de energía eléctrica en el país, y actores de la emisión

de estos gases contaminantes, debido a que los equipos eléctricos que utilizan, como ser los sistemas de aire acondicionado contienen estos gases de efecto invernadero (R-22).

La problemática del medio ambiente generada por la destrucción de la capa de ozono, ha provocado que los países se interesen por tomar medidas a través de tratados internacionales y convenios que permitan reducir el impacto causado por las sustancias contaminantes, esto tanto para países desarrollados en proceso de desarrollo (Chong & Valladares, 2016).

Duque Guzmán (2008) establece que el convenio de Viena, el protocolo de Montreal y el Protocolo de Kyoto, han sido herramientas esenciales para canalizar el compromiso y la participación de los países desarrollados y en vía de desarrollo con el objetivo de reducir las emisiones atmosféricas que tienen un impacto importante sobre el medio ambiente.

En el estudio denominado Estimación de Emisiones globales y regionales de HCFC-22 (E. Saiwaka, et al., 2012) indica que a pesar que los países desarrollados han disminuido en gran medida el uso de los HCFC, en países en vías de desarrollo, aún no ha disminuido la utilización de sustancias agotadoras de Ozono.

Según estimaciones indicadas en el estudio antes mencionado, se ha determinado que las emisiones globales han crecido principalmente por las emisiones de los países en vías de desarrollo, asimismo el estudio desarrollado por (Montzka et al., 2011) estimó que el 79% del consumo de HCFC's ocurre en los mencionados países, dentro de los cuales se encuentra Honduras.

2.2 TEORÍAS DE SUSTENTO

Después de haber expuesto el entorno económico y ambiental de la problemática planteada en el capítulo I, en la presente sección se tiene como objetivo analizar las metodologías financieras que se utilizarán para cumplir con los objetivos establecidos en el presente estudio.

2.2.1 ANÁLISIS DE LAS METODOLOGÍAS UTILIZADAS

La evaluación de proyectos o inversiones parte del hecho que los recursos financieros son escasos y a su vez con múltiples posibilidades de empleo y por lo tanto de su uso selectivo (Baca, 2001); por su parte (Jordan, 2010) indica que todas las empresas deben tomar decisiones que comprometen su poco y valioso capital en diferentes tipos de activos, a lo que se denomina “asignación estratégica de capital”. En este sentido, la administración financiera de los sectores empresariales y/o económicos trata permanentemente de escoger aquellas alternativas de inversión de recursos que proporcionen mayores ventajas y beneficios.

Para realizar la alternativa de inversión más óptima, se debe establecer un patrón determinado, que nos lleve a efectuar una comparación de los distintos tipos de proyectos de inversión. La razonable estimación de los beneficios que se esperan del proyecto y la clara definición de cuál es el objetivo que se persigue con la evaluación, determina en forma satisfactoria el criterio de evaluación más adecuado (Urbina, 2001).

El universo de alternativas a evaluar es muy amplio y se deben seleccionar en función de las prioridades para la operación de la empresa y la rapidez con que deba de adoptarse una decisión, en un ambiente de recursos escasos.

Las principales metodologías para evaluar dichas alternativas, son el Valor Presento Neto (VPN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR), los que se utilizarán para cumplir con los objetivos del presente estudio y analizarán a continuación.

2.2.1.1 VALOR PRESENTE NETO (VPN)

(Jordan, 2010) señala que el VPN es la mejor forma de evaluar las inversiones propuestas, ya que es el criterio que siempre responde a las dos preguntas que fundamentalmente la administración financiera tiene que hacerse, a la hora de seleccionar un proyecto, primera ¿es un proyecto particular una buena idea de inversión? segunda, si hay más de un buen proyecto, pero solo es posible aceptar uno, ¿Cuál se debe aceptar?

El VPN es una medida de cuánto valor se crea hoy al realizar una inversión, del mismo modo, compara la rentabilidad de ésta y las alternativas de riesgos similares en los mercados financieros. La regla de este método consiste en aceptar los proyectos con VPN positivo y rechazar los tengan valor negativo (Jordan, 2010).

El cálculo del valor presente neto se constituye mediante la fórmula matemática que relaciona las siguientes variables que se enumeran y describen a continuación:

- Determinación de la Inversión Inicial
- Generación de los Flujos Netos de Efectivo
- Calculo de la Tasa de descuento apropiada

- Tiempo de duración del proyecto

La inversión previa de un proyecto comprende el valor del desembolso inicial requerido para poner en marcha el proyecto, por ejemplo, la adquisición de activos fijos, capital neto de trabajo o adquisición de nuevas tecnologías para optimizar los sistemas operativos existentes.

Los flujos netos de efectivo incluyen todos los ingresos y egresos o flujos de dinero que generará la ejecución del proyecto; según (Ross, Westerfield, y Jaffe, 2012) éstos se pueden calcular a partir de los resultados contables, restándole todas aquellas partidas que no requieren de un desembolso de efectivo, como ser las depreciaciones, tal como se muestra en la siguiente ecuación:

Flujo Neto de Efectivo= Utilidad Antes de Interés e Impuesto – Depreciación + Impuestos.

Para el caso de la implementación de hidrocarburo en los sistemas de aire acondicionado, estos flujos se construyen basados en el ahorro que entrega la inversión por la disminución de costos en el consumo de energía eléctrica, descontando los gastos de operación, si lo hay, durante la vida útil de dichos sistemas.

(Ross et al., 2012) presenta los siguientes aspectos que son de importancia para la correcta estimación de los flujos de efectivos netos:

Costo Hundido: es aquel costo en el que ya se incurrió, y no se puede retirar, por lo tanto, no se debe considerar en la evaluación de la inversión.

Capital Neto de Trabajo: es el efectivo que tiene que tener el proyecto para pagar los gastos que se presenten, además una inversión inicial en inventarios, cuentas por cobrar, cuentas por pagar, en resumen, la inversión en capital de trabajo neto.

Costos de financiamiento: al analizar una inversión no se incluyen los intereses pagados o cualquier otro costo de financiamiento, ya que esta se evalúa en función del rendimiento que generen sus flujos de efectivo, tomando en cuenta el retorno requerido y no de las fuentes que la financian.

La tasa de descuento apropiada, es aquella que se utilizara para descontar los flujos netos de efectivo que genere la inversión, y su determinación va en función del riesgo de la misma, cuando más grande el riesgo, tanto mayor el rendimiento requerido (Jordan, 2010).

Jordan (2010) refiere que un proyecto tendrá un VPN positivo sólo si el rendimiento supera lo que ofrece el mercado financiero sobre inversiones de riesgo equivalente, este rendimiento mínimo requerido se le puede denominar Costo de Capital de un proyecto una empresa o costo de oportunidad de la inversión. Del término del Costo de Capital sale el concepto más importante, que es el Costo Promedio Ponderado del Capital (CPPC) y se interpreta como la tasa requerida de rendimiento para toda empresa o proyecto.

Para el presente estudio y en lo sucesivo se utilizará de manera indistinta los términos: rendimiento requerido, tasa de descuento apropiada, costo de capital y costo de oportunidad, lo que se tendrá en cuenta es que el costo de capital de una empresa o costo de oportunidad de una inversión depende del riesgo de estas.

El costo de capital de una empresa o proyecto está formado tanto por el costo de la deuda como el costo de capital accionario, la ponderación de estos dos es el Costo Promedio Ponderado de Capital (Ross et al., 2012).

Para el cálculo del costo del capital accionario o costo de los fondos propios (K_e), el modelo más utilizado, es de Valuación de Activos de Capital (CAPM, siglas de Capital Asset Pricing Model) que supone que hay una relación lineal entre el riesgo y la rentabilidad financiera de un activo, el costo de capital de los accionistas mediante el CAPM, las variables para determinar esta tasa son: la tasa libre de riesgo (R_f), la rentabilidad del mercado (R_m) y la Beta (β) (Berk & Peter, 2008).

(Ross et al., 2012) mencionan que el CAPM expresa que el rendimiento esperado de un activo depende de tres cosas:

- El valor puro del dinero a través del tiempo. Medido por la tasa libre de riesgo (R_f), es el premio por tan sólo esperar el dinero, sin correr ningún riesgo.
- La recompensa por correr el riesgo sistemático. Medido por la prima de riesgo ($R_m - R_f$), este componente es la recompensa que ofrece el mercado por correr un riesgo sistemático promedio.
- El monto del riesgo sistemático. Medido por β , es el riesgo sistemático presente en un activo, en relación con uno promedio.

Actualmente, es recomendable sumar a la fórmula del CAPM el factor de Riesgo País (R_p), este riesgo depende de diferentes factores de ponderación tales como desempeño económico, calificación crediticia, riesgo político, acceso a los mercados financieros, entre otros. El cual es

importante tomar en cuenta, para que el cálculo refleje la posible dispersión de resultados que produce la situación del país donde se evaluara la inversión.

Para el cálculo del costo de la deuda (K_d) y de acuerdo con lo que indican Berk y de Marzo, (2008) se determina mediante el rendimientos que los acreedores de una empresa piden por los nuevos préstamos, generalmente es más fácil determinar este valor de acuerdo a la calificación de riesgo que tiene el proyecto o a través del rendimiento de los bonos emitidos, calculado el rendimiento requerido para determinados valores.

Para el presente estudio, se utilizará el costo de la oportunidad de la inversión: la alternativa de rendimiento más valiosa que se abandona si se acepta una inversión en particular, un costo de oportunidad requiere que se renuncie a un beneficio o rendimiento.

2.2.1.2 TASA INTERNA DE RETORNO (TIR)

La tasa interna de retorno conocida como TIR, es la alternativa más importante del VPN para evaluar la rentabilidad financiera de una decisión de inversión, es un método que iguala el valor presente de los flujos de efectivos esperados con la inversión inicial.

La TIR equivale a la tasa de interés producida con un proyecto con pagos (salidas de efectivo) e ingresos (entrada de efectivos) que ocurre en periodos regulares (Jordan, 2010).

Según el criterio de selección de la TIR, se acepta un proyecto cuando la tasa interna de retorno excede de la tasa de rendimiento requerido, de lo contrario la inversión debe rechazarse; con la TIR se busca encontrar una sola tasa de rendimiento que resuma los méritos de un proyecto,

además se pretende que sea una tasa “interna” en el sentido que solamente dependa de los flujos de efectivos que se proyectaron, no de las tasas que ofrecen en otras partes (Ross et al., 2012).

Actualmente la TIR es un indicador de rentabilidad fácil de calcular, se realiza a través de hojas de cálculo computacionales o calculadoras financieras, a diferencia del VPN no se necesita una tasa de descuento, ésta se determina a partir de la estimación de los flujos de efectivo que generará la inversión.

Para el presente estudio, la factibilidad a partir del análisis de la TIR la determina su mayor valor respecto a la tasa de oportunidad.

2.2.2 ANTECEDENTES DE METODOLOGÍAS PREVIAS

El presente estudio de factibilidad está basado en el estudio realizado por Chong y Valladares, (2016) el cual consistió en la implementación del Hidrocarburo (R-290) de un sistema de aire acondicionado mediante la sustitución del gas refrigerante (R-22), formulando las siguientes hipótesis: “ a) Con la implementación de Hidrocarburos en un sistema de aire acondicionado se obtiene un ahorro en el consumo de energía eléctrica b) Con la implementación de Hidrocarburos se obtiene una reducción del impacto ambiental” (Chong y Valladares,2016, p. 33).

La base metodológica del estudio en mención, fue realizada mediante de las normas internacionales y en especial de la Norma Europea EN378; se basó en primer lugar, en las medidas de seguridad apropiadas evitando el riesgo de accidentes y en segundo lugar, en el estudio de las ventajas ambientales y energéticas obtenidas y medibles por medio del ensayo de experimentación;

por lo cual dichas normas se unificaron en todos sus aspectos técnicos y de seguridad que sean más favorables para su aplicación en Honduras.

En el estudio, para la medición de la eficiencia energética se desarrolló una parte de investigación experimental la cual consistió en el análisis de un estudio termodinámico y eléctrico que se llevó a cabo bajo condiciones controladas tanto antes, como después de la sustitución de refrigerante al hidrocarburo en un equipo de Aire Acondicionado con el fin de obtener un índice de eficiencia energética mejorando el funcionamiento de este mismo (Chong y Valladares, 2016).

Para la reducción de la medición del impacto ambiental se diseñó un planteamiento del tipo descriptivo y correlacional de acuerdo con lo fijado en la Norma EN378, en donde se establece la metodología del TEWI que significa Impacto Total Equivalente de Calentamiento por sus siglas en inglés. El “TEWI” se ha diseñado para calcular la contribución total al calentamiento global del proceso de refrigeración en uso. Mide ambos, el efecto directo del calentamiento global del refrigerante, si se emite, y la contribución indirecta de la energía requerida para alimentar la unidad durante su periodo de vida útil. Sólo es válido para comparar sistemas alternativos u opciones de refrigerantes para una aplicación en un emplazamiento.

De acuerdo con la descripción de Chong y Valladares (2016) el factor TEWI puede obtenerse por la siguiente ecuación donde las diferentes áreas de impacto se separan según corresponde.

$$TEWI = GWP \times L \times n + [GWP \times m \times (1-\alpha_{recovery})] + n \times E_{annual} \times \beta$$

Donde:

TEWI: es el impacto total equivalente de calentamiento, en kilogramos de CO₂; GWP es el potencial de calentamiento global, relacionado con el CO₂;

$GWP \times L \times n$: es el impacto de las pérdidas por fuga; $GWP \times m \times (1 - \alpha_{\text{recovery}})$ es el impacto de las pérdidas recuperadas; $n \times E_{\text{annual}} \times \beta$ es el impacto del consumo energético;

L es la fuga, en kilogramos por año;

n es el tiempo de funcionamiento del sistema, en años;

m es la carga refrigerante, en kilogramos;

α_{recovery} es el factor de reciclado/recuperación, de 0 a 1;

E_{annual} es el consumo de energía, en kilovatios/hora al año;

β es la emisión de CO₂, en kilogramos por kilovatio/hora

Las metodologías aplicadas para la comprobación o rechazo de las hipótesis antes mencionadas se resumen en la siguiente figura:

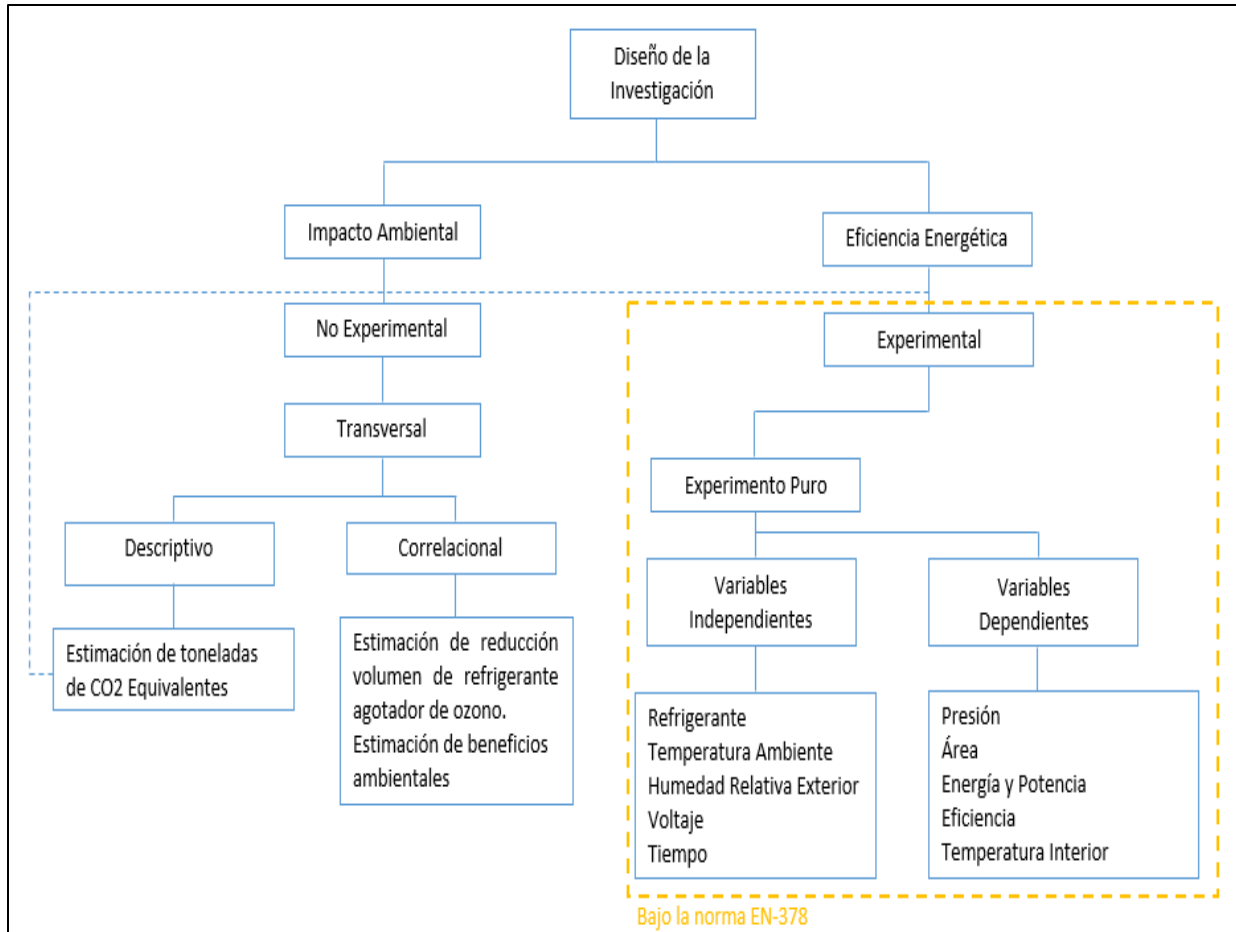


Figura 7. Metodología en la Implementación de Hidrocarburo R-290 en un sistema de aire acondicionado.

Fuente: (Chong y Valladares, 2016)

Chong y Valladares, (2016) indican que la unidad de análisis de su estudio fue un equipo de aire acondicionado con las siguientes especificaciones:

- Marca: Comfort Star
- Capacidad de enfriamiento: 12000 BTU/h
- Tipo: Mini Split

- Modelo: AS-12CR2FUL
- Consumo de corriente eléctrica (A): 5.3/5.4 A.
- Voltaje (V): 208-230 V/60
- Potencia: 1100/1200 W
- Refrigerante: R22/O.55 kg

Finalmente, las hipótesis planteadas en el estudio en mención, fueron aceptadas en forma satisfactoria, concluyendo que:

- El consumo de energía antes del cambio (con R-22) fue de 1.46 kWh y después (con R-290) fue de 1.29 kWh, logrando una eficiencia energética del 12% al implementar hidrocarburo como refrigerante al sistema de aire acondicionado.
- La reducción del impacto ambiental fue de 974.708 kgs Equivalentes de CO₂ al año. La reducción de impacto ambiental obtenida en términos de porcentajes fue del 76.32%, tomando en cuenta el elevado potencial del calentamiento global y de agotamiento de ozono que tiene el R-22 comparado con el R-290 (Chong y Valladares, 2016).

2.2.3 ANÁLISIS CRÍTICO DE LAS METODOLOGÍAS UTILIZADAS

Los Metodologías descritas anteriormente: valor presente neto y la tasa interna de retorno han tenido a lo largo del tiempo un muy alto grado de fiabilidad a la hora de evaluar financieramente las distantes opciones de inversión en el mundo empresarial; la confianza de estos criterios de inversión va en función de las ventajas y bondades que ofrecen a la administración financiera.

Dentro de las principales ventajas de la TIR, está estrechamente relacionada con el VPN y típicamente ambos llevan a decisiones idénticas, su cálculo es sencillo, y ofrece una manera simple de comunicar información sobre una propuesta de inversión, ya que tradicionalmente los administradores financieros prefieren hablar de tasas de rendimiento más que de valores monetarios.

Ross et al., (2012) señala que una de las principales limitaciones de la TIR es que no se puede usar para evaluar inversiones mutuamente excluyentes, ya que el proyecto con mayor TIR no es por fuerza la mejor inversión; en el mismo tenor, indica que un proyecto de inversión con flujos de efectivos no convencionales, cuyos valores por periodo son diferentes, no solo en monto sino también en signo, puede tener más de una TIR (tantas, como cambios en el signo de los flujos de efectivo), dado este caso, sería difícil decidir cuál de las TIR de los Flujos de efectivo se debe usar para comparar con el costo de capital y concluir acerca de la rentabilidad del proyecto.

En cuanto al VPN, sigue siendo el criterio de decisión preferido, uno de los beneficios importantes de este método, es que utiliza uno de los principios básicos de las finanzas que es: el valor que tiene el dinero en el tiempo. Para el caso, (Jordan, 2010) señala al VPN como el mejor método para evaluar inversiones empresariales y personales ya que el mismo no tiene mayores inconvenientes.

Por otro lado, aunque el VPN es un indicador por excelencia, no mide la eficiencia de la inversión, un proyecto que tenga un VPN positivo puede requerir una inversión de capital muy grande, lo que evidenciaría tanto su bajo grado de eficiencia y su riesgo. Por ello el VPN normalmente va acompañado por la medición de otros criterios.

No obstante, (Jordan, 2010) establece que se debe valorar la confiabilidad del valor del VPN, en función de las estimaciones que se realizan para cuantificar este indicador; el hecho de que el VPN estimado sea positivo es buena señal, pero puede ser un resultado falso, razón por la se incurre en la necesidad de observar con mayor detenimiento las variables involucradas en este método.

Jordan (2010) menciona que para la evaluación de las estimaciones tanto del VPN como la TIR, se debe tener en cuenta el Riesgo del Pronóstico y Fuentes de Valor que son la posibilidad de que errores en los flujos de efectivo proyectados conduzcan a decisiones incorrectas o no sea posible enunciar una base económica sólida que sustente dichas proyecciones.

Para contrarrestar los riesgos en mención y mejorar la presentación de los resultados para las gerencias financieras, se deben realizar un análisis de escenarios y sensibilidad, que consisten en evaluar las estimaciones, cambiando las variables mediante suposiciones críticas, para medir los efectos resultantes.

La idea básica del análisis de sensibilidad, es fijar todas las variables que componen los flujos de efectivo, excepto una, con el objeto de ver que tan sensible es la estimación del VPN a los cambios en la variable modificada; si el VPN resulta muy sensible a pequeños cambios en el valor proyectado de alguno de los componentes de los flujos de efectivo de la inversión, entonces el riesgo del pronóstico de esa variable es alto (Ross et al., 2012).

Esto permite ver la importancia de evaluar el entorno económico del país o región donde se está evaluando un proyecto o inversión, analizando las variables monetarias como ser la inflación, devaluación, tipo de cambio y tasa de interés para evitar que las estimaciones de los

criterios de inversión vayan en detrimento a la situación económica y financiera donde se desarrollar el proyecto objeto de valuación.

Adicionalmente, para complementar las metodologías del VPN y TIR se usará el periodo de recuperación que establece el momento de la vida del proyecto en el cual se ha recuperado la inversión inicial a valor actual. Éste evalúa el riesgo más no la rentabilidad.

2.3 CONCEPTUALIZACIÓN

El presente capítulo tiene como objetivo proporcionar una definición conceptual sobre los conceptos y términos propios del tema que se trata en la presente tesis.

Aire acondicionado: Es el sistema de refrigeración del aire cuya función principal es asegurar el confort de las personas en un espacio determinado, así mismo es destinado para tratar el aire por medio de un control simultaneo de la temperatura, higiene y distribución (Chong y Valladares 2016).

Costo de Capital Promedio Ponderado (CCPP): El Costo de Capital Promedio Ponderado (CCPP) es una medida financiera, la cual tiene el propósito de englobar en una sola cifra expresada en términos porcentuales, el costo de las diferentes fuentes de financiamiento que usará una empresa para fondar algún proyecto en específico (Ross et al., 2012).

Eficiencia energética: Es una práctica que tiene como objetivo reducir el consumo de energía. La eficiencia energética es el uso eficiente de la energía, de esta manera optimizar los procesos productivos y el empleo de la energía utilizando lo mismo o menos para producir más bienes y servicios (Chong y Valladares, 2016).

Hidrocarburo: Compuesto químico formado por carbón e hidrogeno.

Impacto ambiental: Es el efecto que produce la actividad humana sobre el medio ambiente.

Producto Interno Bruto (PIB): Es la suma de todos los bienes y servicios finales que produce un país o una economía, tanto si han sido elaborado por empresas nacionales o extranjeras dentro del territorio nacional, que se registran en un periodo determinado (generalmente un año).

Refrigerante: Productos químicos que se utilizan en la industria como elementos refrigerantes para aires acondicionados.

Refrigerante R-290: El propano o R290, es un hidrocarburo utilizado como refrigerante en refrigeradores domésticos y comerciales.

Refrigerante R-22: Es un clorodifluormetano comúnmente usado en los sistemas de aire acondicionado.

Sustancias Agotadoras de Ozono (SAOs): Son sustancias químicas clorinadas, brominadas o fluorinadas producidas por el hombre con potencial para reaccionar con las moléculas de ozono de la estratosfera, provocando su rompimiento y destrucción a través de en una reacción fotoquímica en cadena. La capacidad de destrucción de una SAO en la atmósfera puede superar los 100 años.

Tasa de descuento: factor financiero que se utiliza para calcular el valor presente de los flujos de efectivos futuros.

Tasa Interna de Retorno (TIR): Tasa de descuento que hace que el valor presente neto sea cero (Ross et al., 2012).

Valor Presente Neto (VPN): Diferencia entre el valor de mercado de una inversión y su costo (Ross et al., 2012).

2.4 INSTRUMENTOS UTILIZADOS

Para el desarrollo de la presente investigación se ha considerado desarrollar una investigación correlacional, la cual consiste en una evaluación financiera, aplicando la metodología de los criterios de evaluación de inversión descrito en este capítulo.

La recolección de datos a medir, cuantificar, procesar y analizar relacionadas con las variables mencionadas en los objetivos y preguntas de las investigaciones se realizará mediante los instrumentos de medición de las entrevistas y cuestionarios.

2.5 MARCO LEGAL

Honduras, se incluyó Protocolo de Montreal ,mediante Decreto Legislativo Número 73-93 de fecha 4 de Mayo de 1993, Publicado en el Diario Oficial la Gaceta Número 27,128 el 21 agosto de 1993, el Estado de Honduras aprobó en su totalidad el Convenio de Viena para la protección de la Capa de Ozono y sus anexos y el Protocolo de Montreal relativo a las sustancias que agotan la Capa de Ozono, las Enmiendas acordadas por la Segunda Reunión de las Partes en Londres, Inglaterra del 27 al 29 de Junio de 1990 y la Enmienda acordada por la Cuarta Reunión de las Partes en Copenhague, Dinamarca del 23 al 25 de Noviembre de 1992, aprobadas mediante Decreto Legislativo Número 141-2000 de fecha 30 de Noviembre del 2000, Publicadas en el Diario Oficial la Gaceta Número 29,341 el 30 de Noviembre del 2000, las Enmiendas acordadas en la

novena reunión de las partes en Montreal, Canadá, aprobadas mediante Decreto Legislativo Número 213-2006 de fecha 19 de Septiembre del 2006, Publicadas en el Diario Oficial la Gaceta Número 31,269 el 30 de Marzo de 2007 y las Enmiendas acordadas en la undécima reunión de las partes en Beijín, China, aprobadas mediante Decreto Legislativo Número 214–2006 de fecha 19 de Septiembre del 2006, Publicadas en el Diario Oficial la Gaceta Número 31,276 el 11 de Abril de 2007. (Congreso Nacional, 2012).

La Secretaría de Energía, Recursos Naturales, Ambiente y Minas MiAmbiente a través de la Unidad Técnica de Ozono, es la responsable de la implementación y cumplimiento del Protocolo de Montreal en Honduras, y tiene como propósito general la eliminación del uso de Sustancias Agotadoras de la Capa de Ozono (SAOs), mediante el control de las importaciones, exportaciones de equipos y sustancias, así como de la aplicación de calendarios de eliminación de SAOs, por tipo de sustancias. (Congreso Nacional, 2012).

En el marco del cumplimiento del Protocolo Montreal y sus enmiendas ratificadas por el Estado de Honduras, se creó el Reglamento General sobre el uso de SAOs bajo el acuerdo ejecutivo 006-2012, publicado en el Diario Oficial la Gaceta el 5 de febrero del 2013, el cual tiene como objetivo establecer medidas en relación con la importación, exportación, producción y comercialización y consumo de las SAOs, las cuales serán coordinadas y monitoreadas por la UTOH.

Hasta la fecha, no existe un Marco Legal que regule directamente o que norme propiamente los mecanismos, alternativas o nuevas tecnologías que conducen a la eliminación de las SAOs, como ser la implementación del Hidrocarburo mediante la sustitución del Refrigerante R-22.

CAPITULO III. METODOLOGÍA

3.1 APLICACIÓN METODOLÓGICA

Para llevar a cabo el estudio financiero sobre la propuesta de alternativa de ahorro del presente estudio, se llevarán todas las actividades necesarias para la aplicación de las metodologías a utilizar: VPN y TIR.

La recolección de datos será extraída de fuentes oficiales, válidas y fiables como ser ENEE, Secretaria de Recursos Naturales y Ambiente de Honduras (SERNA), a través de la Unidad Técnica de Ozono de Honduras (UTOH), especialistas nacionales en auditorias y eficiencia energética, así como en mantenimiento e instalación de equipos de aire acondicionado y refrigeración, instituciones financieras del sistema hondureño tales como bancos comerciales.

Se realizarán las siguientes actividades, las cuales se combinan en las dos metodologías que se desarrollaran para hacer el estudio:

Se creará un inventario de los Equipo de Aire Acondicionado instalados en las oficinas del Plantel de Distribución de la ENEE.

Para la determinación del monto de la inversión inicial, se cotizarán los costos de materiales, mano de obra y otros costos necesarios para la implementación del hidrocarburo R-290 a todos los equipos de aire acondicionado de las oficinas del Plantel de Distribución de la ENEE, a través de la Unidad Técnica de Ozono de Honduras (UTOH) y/o proveedores nacionales tomando en cuenta la calidad y certificación del servicio.

Para la determinación de los costos asociados al mantenimiento del refrigerante R-290, si los hay, se usaran como fuentes, el área de revisión y mantenimiento de equipos de refrigeración y sistemas de aire acondicionado de la UTOH y proveedores nacionales.

Para la determinación de los costos anuales por el consumo de energía sin la implementación, se recolectará y analizará el comportamiento o consumo de energía de los sistemas de aire acondicionado del Plantel de Distribución ENEE, tomando en cuenta tanto la facturación como el consumo histórico en kWh/mes.

Para la proyección hacia el futuro de las tarifas de energía eléctrica para el sector gubernamental, se recolectará y analizará los tarifarios históricos y actuales.

Para determinar los beneficios por el ahorro en costo anuales, se estimarán los costos de energía eléctrica con la implementación del hidrocarburo, basados en el estudio experimental realizado por Chong y Valladares (2016) sobre la disminución de consumo de energía eléctrica con refrigerante R-290 en los sistemas de aire acondicionado.

Para la determinación de la tasa de descuento de los flujos de efectivo, se definirá el costo de oportunidad de la inversión requerida para la implementación de la mejora, tomado en cuenta la tasa de interés de alto rendimiento de los productos financieros ofrecidos en el mercado hondureño.

Una vez recopilados todos los datos, se realizará el estudio financiero mediante el cálculo de los flujos de efectivos netos durante la vida útil de los sistemas de aire acondicionados,

determinando la factibilidad de la inversión y concluyendo con base en los indicadores del VPN y TIR.

Finalmente, se realizará un análisis de sensibilidad para evaluar financieramente el proyecto, afectando la variable de mayor incertidumbre para medir el impacto versus el resultado esperado de la inversión bajo el escenario inicialmente seleccionado.

3.2 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Se considera desarrollar una investigación de enfoque correlacional, que consiste en la estimación del beneficio del ahorro en costos que generará la reducción del consumo de energía eléctrica mediante la implementación del Refrigerante R-290 en los sistemas de aire acondicionado del Plantel de Distribución de la ENEE.

3.3 UNIDAD DE ANÁLISIS

En el presente estudio se desarrollará con los sistemas de aire acondicionado del Plantel de Distribución de la ENEE, los cuales están distribuidos para la climatización de 29 áreas de oficinas, en las cuales están incluidas las salas de reuniones, una clínica y una cafetería.

3.4 LIMITANTES DEL ESTUDIO

Las limitantes del presente estudio, corresponden al tiempo para la recolección de los datos, aplicación metodológica y realización del análisis de los resultados.

CAPITULO IV. RESULTADOS Y ANÁLISIS

En el presente capítulo se analizan los resultados de la información obtenida, con el objeto de aplicar la metodología descrita anteriormente y alcanzar los objetivos planteados en el estudio.

4.1 INVERSIÓN INICIAL

Para la determinación de la inversión, se realizó un inventario de los sistemas de aire acondicionado del plantel, separando los que están en funcionamiento, a continuación, se muestra un resumen del inventario:

Tabla 2. Inventarios sistemas de aire acondicionado del Plantel ENEE.

| Cantidad | Capacidad en BTU | Tipo |
|----------|------------------|-----------|
| 2 | 12,000 | SPLIT |
| 10 | 12,000 | MINISPLIT |
| 10 | 18,000 | MINISPLIT |
| 8 | 24,000 | MINISPLIT |
| 4 | 36,000 | SPLIT |
| 14 | 60,000 | SPLIT |

El sistema de climatización está conformado por 20 y 28 equipos de tipo Split y Minisplit respectivamente, del conteo de equipos se excluyeron los de tipo de Ventana, debido a que el objeto del estudio experimental realizado por (Chong & Valladares, 2016) mencionado en el Capítulo II, son los equipos de tipo Split y Minisplit.

De acuerdo con la información obtenida por el personal de la Unidad de Gestión de la Medida y el Departamento de Planificación y Estudio de la ENEE, se estima que la vida útil restante de los equipos de aire acondicionado es de 12 años.

La determinación de la inversión se fundamenta en la cotización más alta, la cual se obtuvo con la empresa Eco Solutions, proveedor oficial para realizar la implementación del refrigerante según la base de datos de proveedores de la UTOH, la cotización detalla el precio unitario de la implementación en cada equipo de aire acondicionado, por unidad de tonelada de refrigerante, la cual se puede observar en el Anexo 1.

En la siguiente tabla, se puede observar el resumen de la inversión requerida para implementación del refrigerante R-290 en los sistemas de aire acondicionado del Plantel ENEE, la cual se encuentra detallada en el Anexo 2.

Tabla 3. Inversión inicial para la implementación de hidrocarburo en los sistemas de aire acondicionado.

| Descripción | Costo total |
|--|----------------------|
| Equipos de aire acondicionado 12,000 BTU | L. 14,754.60 |
| Equipos de aire acondicionado 18,000 BTU | L. 18,443.25 |
| Equipos de aire acondicionado 24,000 BTU | L. 19,672.80 |
| Equipos de aire acondicionado 36,000 BTU | L. 14,754.60 |
| Equipos de aire acondicionado 60,000 BTU | L. 86,068.50 |
| Total | L. 153,693.75 |

Adicionalmente, según la información recabada, no existen costos directos e indirectos asociados con la implementación del hidrocarburo (R-290), en los equipos de aire acondicionado, ya que los costos de mantenimiento no varían de acuerdo con el refrigerante utilizado.

4.2 PROYECCIÓN DE CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA

La proyección de consumo de energía eléctrica en kWh, se fundamenta en el histórico de 12 años (2005-2016), cuya tendencia se puede observar en la figura 8:

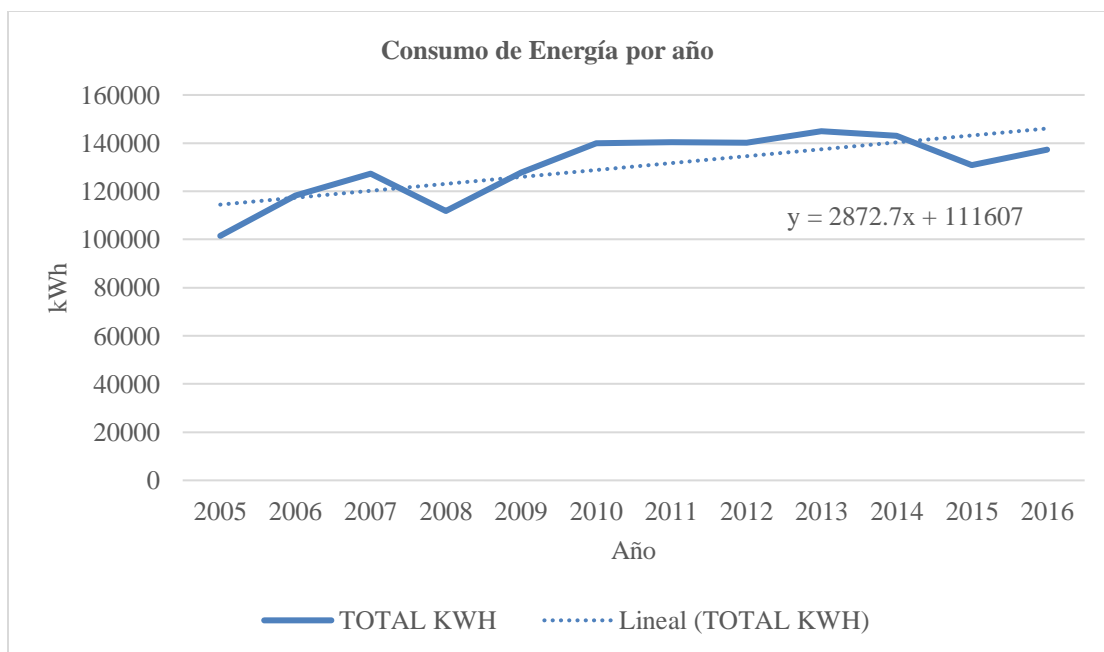


Figura 8. Consumo histórico de energía eléctrica del Plantel ENEE (2005-2016).

Como se puede observar en la figura anterior, hay un comportamiento promedio alcista del consumo energético del plantel en el periodo en cuestión; para el año 2008 se produjo una disminución del 14% con respecto al año anterior, a consecuencia de despidos de personal en el ente gubernamental, acciones propias de dediciones políticas que generalmente conlleva a una reducción de personal en instituciones gubernamentales.

Adicionalmente, hubo una baja en el consumo entre los años 2014 y 2015 del 9%, se puede mencionar como principales causas, el proceso de separación de las actividades de transmisión y comercialización de energía que sufrió la ENEE con la entrada en vigencia de la Ley de la Industria

Eléctrica y la Creación de la CREE , y, la crisis financiera presente en la institución que se agudizó desde el año 2014, situaciones que provocaron una reducción de alrededor de 2,000 empleados en todas las áreas operativas y administrativas de la Institución.

En el año 2016 hubo un repunte en el consumo energético del 7% con respecto al año anterior, y en el que se concluyó el proceso de despidos de empleados.

El consumo de energía eléctrica de la ENEE tiene un crecimiento promedio anual del 2%, el cual se proyectó para el consumo de energía eléctrica del edificio para los 12 años subsiguientes.

En la siguiente tabla, se muestra la proyección de consumo de energía en kWh para los años 2018-2029.

Tabla 2. Proyección de consumo de energía eléctrica del Plantel ENEE.

| Año | Consumo de energía eléctrica por año (kWh) |
|-------------|---|
| 2018 | 151,825 |
| 2019 | 154,698 |
| 2020 | 157,571 |
| 2021 | 160,444 |
| 2022 | 163,316 |
| 2023 | 166,189 |
| 2024 | 169,062 |
| 2025 | 171,935 |
| 2026 | 174,807 |
| 2027 | 177,680 |
| 2028 | 180,553 |
| 2029 | 183,425 |

4.3 PROYECCIÓN DE LOS PRECIOS DE ENERGÍA ELÉCTRICA

Las proyecciones del precio de energía, están justificadas por las tarifas históricas y actuales, aplicadas al consumo de energía por kWh del Plantel ENEE, las cuales son determinadas por los entes gubernamentales correspondientes. Las tarifas de energía eléctrica establecidas por la Comisión Nacional de Energía (CNE) estuvieron vigentes hasta el mes de junio de 2016.

En el año 2013 fue aprobada en el Congreso Nacional la Ley General de la Industria Eléctrica, la cual entró en vigencia el 20 de mayo del 2014, dicha ley contempla la creación de la Comisión Reguladora de Energía Eléctrica (CREE) encargada de la revisión y ajustes del pliego tarifario del precio de la energía.

En la siguiente tabla se consignan las tarifas históricas y actuales aplicables al Plantel ENEE:

Tabla 3. Tarifario de energía eléctrica aplicado al Plantel ENEE.

| Periodo | Categoría | Precio de la Energía L/kWh |
|------------------|----------------------------------|-----------------------------------|
| 2009-2016 | Tarifa "E" | L3.7432 |
| 2016 | Servicio general en baja tensión | L3.9370 |
| 2017 | Servicio general en baja tensión | L4.3197 |

Del 2009 al 2016 la tarifa aplicable estaba regida de acuerdo al pliego tarifario establecido en el Comunicado de las tarifas de energía eléctrica del 31 de enero del 2009, aprobadas por el pleno de la CNE, el cual estaba categorizado según el sector económico, para el caso del Plantel ENEE, la tarifa aplicable era la tarifa "E", la cual se mantuvo estática durante este periodo.

A partir de la entrada en vigencia de la CREE, se realizó la primera revisión del pliego tarifario, estableciendo la siguiente categorización:

- Servicio residencial
- Servicio general en baja tensión
- Servicio en media tensión
- Servicio en alta tensión

Para el caso del Plantel ENEE, la tarifa aplicable es la del servicio general en baja tensión.

Para la determinación de la proyección de los precios de energía, se tomaron en cuenta dos escenarios, que se describen a continuación.

Escenario uno

Este primer escenario, se basa en los precios aplicados en el periodo de 2014 al 2017, a pesar de que se obtuvieron los precios históricos desde el año 2009, en este primer escenario se consideró conveniente tomar en cuenta los precios que, por ley, su análisis y revisión estaba bajo la responsabilidad de la CREE, quien a partir del año 2014 es el ente regulador del ajuste de dichos precios.

En este sentido, se revisó la tendencia tomando en cuenta el comportamiento de los precios aplicados por el nuevo ente regulador la cual se puede observar en la figura siguiente.

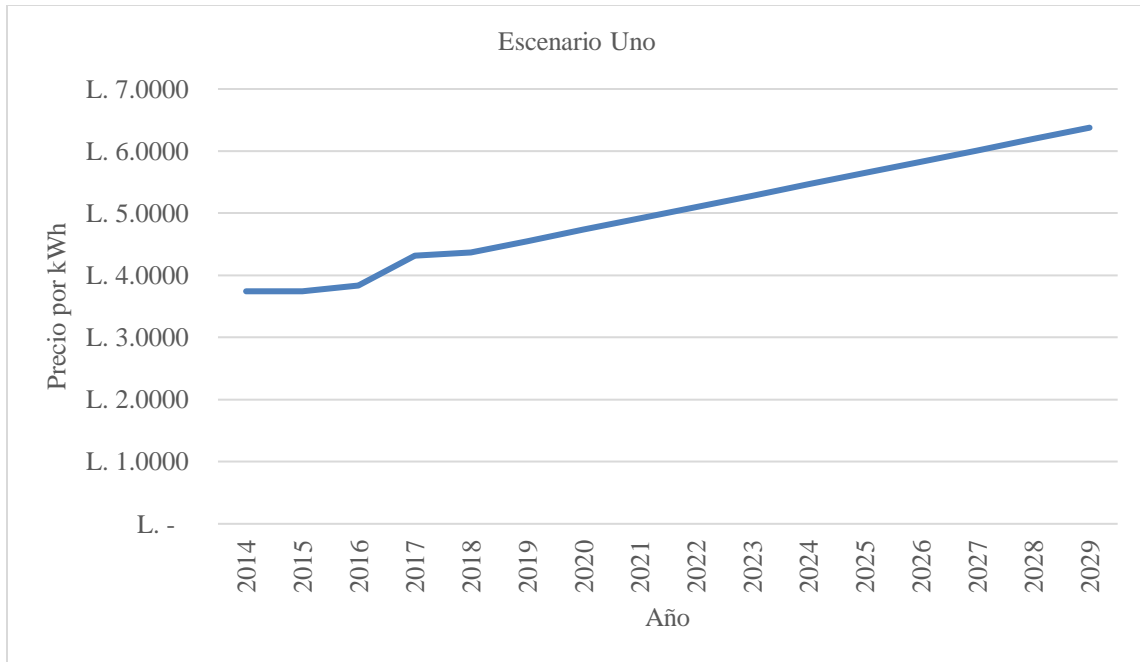


Figura 9. Comportamiento de precios según escenario uno.

Según se observa en la figura 9, para los años 2014 y 2015 no hubo cambios en el precio, debido que estos años fueron el periodo de organización operativa de la CREE, en junio de 2016 la Comisión hace el primer ajuste a la tarifa, aumentando el precio de la tarifa; la segunda revisión y aumento se realizó en marzo del 2017. Se estima un crecimiento porcentual promedio anual del 3.19% en el precio de la energía según el escenario uno.

Escenario dos

Este escenario se basa en fijar el último precio de energía eléctrica de L4.3197 establecido por la comisión reguladora en marzo 2017, este comportamiento se fundamenta en la experiencia anterior de la tendencia del periodo anterior (2009-2016), en el cual el precio de energía no sufrió cambios.

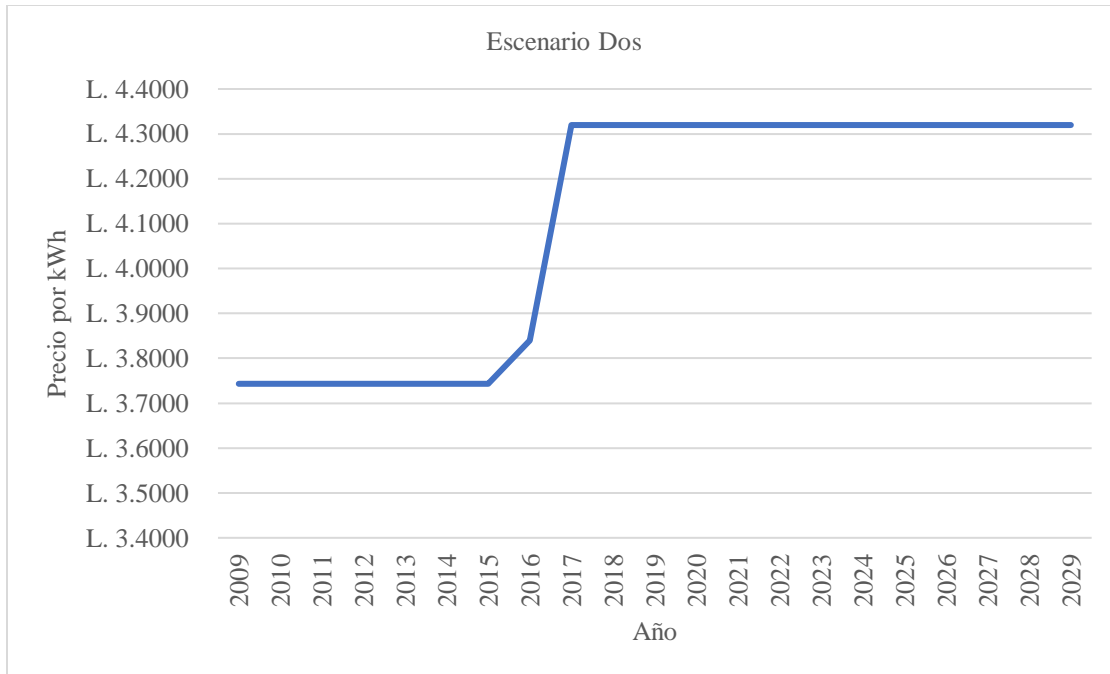


Figura 10. Comportamiento de precios según escenario dos.

Como se ilustra en la figura 10, en este escenario se supone una fijación del precio de energía establecido en marzo del 2017, presumiendo una réplica del comportamiento del periodo 2009-2015 donde el precio por kWh no tuvo una variación.

Escenario tres

En este escenario, se establece el promedio de los precios esperados de los escenarios uno y dos, tomando en cuenta que estos tienen la misma probabilidad de ocurrencia; existe cierto grado de incertidumbre en el comportamiento futuro de las tarifas, dentro de las razones que generan incertidumbre en los precios esperados, están las decisiones políticas y económicas del país. El objetivo de este escenario es encontrar un punto medio entre la probabilidad de ocurrencia de ambos escenarios.

En la siguiente figura, se ilustra el comportamiento de los precios bajo los tres escenarios, el escenario tres, es el punto medio entre el escenario uno, tendencia alcista según la situación actual, y el escenario 2, tendencia estática según comportamiento histórico.

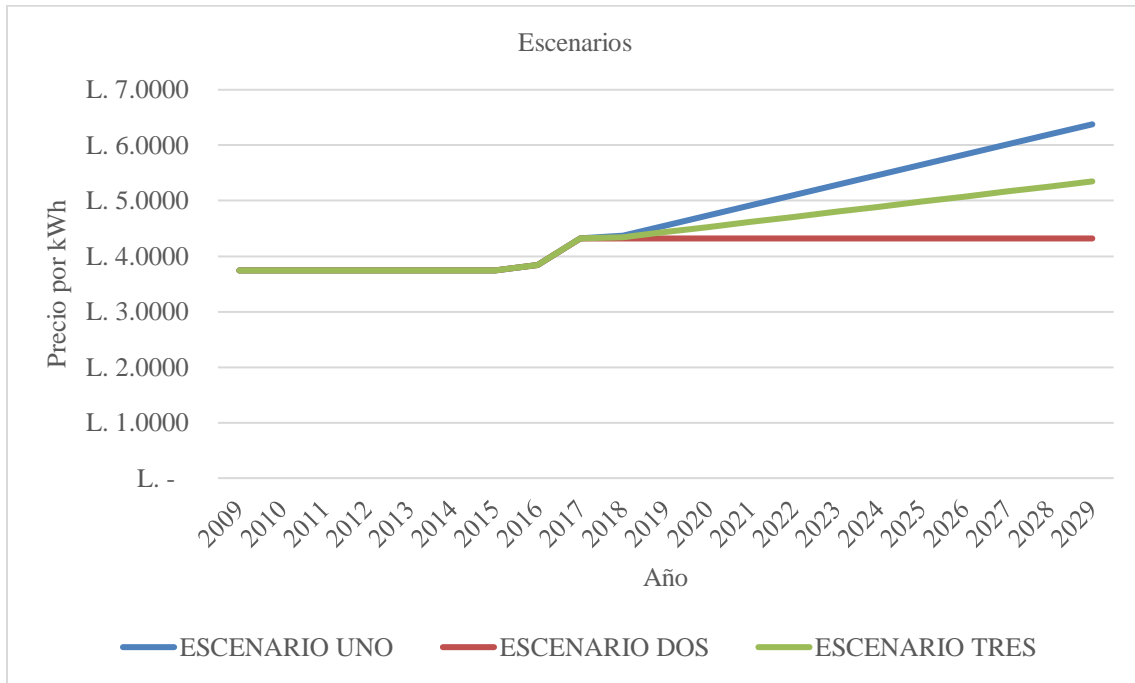


Figura 11. Comportamiento de precios de energía según los tres escenarios.

En la siguiente tabla, se relacionan la proyección de precios esperados de energía (L/kWh) según los escenarios descritos anteriormente:

Tabla 4. Precios esperados de energía eléctrica según los tres escenarios.

| Años | Escenario 1 | Escenario 2 | Escenario 3 |
|------|-------------|-------------|-------------|
| 2018 | 4.3682 | 4.3197 | 4.3439 |
| 2019 | 4.5508 | 4.3197 | 4.4352 |
| 2020 | 4.7334 | 4.3197 | 4.5266 |
| 2021 | 4.9161 | 4.3197 | 4.6179 |
| 2022 | 5.0987 | 4.3197 | 4.7092 |

| | | | |
|-------------|--------|--------|--------|
| 2023 | 5.2814 | 4.3197 | 4.8005 |
| 2024 | 5.4640 | 4.3197 | 4.8918 |
| 2025 | 5.6466 | 4.3197 | 4.9832 |
| 2026 | 5.8293 | 4.3197 | 5.0745 |
| 2027 | 6.0119 | 4.3197 | 5.1658 |
| 2028 | 6.1945 | 4.3197 | 5.2571 |
| 2029 | 6.3772 | 4.3197 | 5.3484 |

Para el cálculo de los flujos de caja proyectados se tomaron los precios esperados de energía según el escenario tres, el cual establece un crecimiento promedio anual del 1.76%.

4.4 SUPUESTOS DEL CONSUMO Y AHORRO ENERGÉTICO DE LOS SISTEMAS DE AIRE ACONDICIONADOS DEL PLANTEL

- Para determinar el consumo energético que se atribuye a los sistemas de aire acondicionado, se utilizó el estudio realizado por la ENEE, que se describe en el capítulo II, y que determina que los sistemas de aire acondicionado de los edificios de oficinas representan en promedio el 61% del consumo total de energía, dicho estudio se realizó en edificios que cuentan con características similares al plantel en cuanto al tipo de equipos que se utilizan como ser: equipos de oficina, comunicación, iluminación y de aire acondicionado; para efectos de esta investigación se ha redondeado este porcentaje al 60%.
- El ahorro en el consumo de energía por la implementación del Hidrocarburo R-290 en el sistema de aire acondicionado, es del 12%, sustentado por el estudio experimental realizado por (Chong & Valladares, 2016), que se describe en el capítulo II.

4.5 CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA SIN Y CON HIDROCARBURO EN A/C

En la tabla 4, se consigna la comparación de gastos proyectados por consumo de energía eléctrica en los sistemas de aire acondicionado del plantel, con la implementación de R-290 y sin esta.

Tabla 5. Comparativo de proyección de costos de energía por uso de sistemas de aire acondicionado.

| Año | Consumo energía por a/c sin R-290 | Consumo energía por a/c con R-290 |
|--------------|--|--|
| 2018 | L. 395,711.03 | L. 348,225.71 |
| 2019 | L. 411,674.60 | L. 362,273.65 |
| 2020 | L. 427,952.98 | L. 376,598.62 |
| 2021 | L. 444,546.16 | L. 391,200.62 |
| 2022 | L. 461,454.14 | L. 406,079.64 |
| 2023 | L. 478,676.93 | L. 421,235.70 |
| 2024 | L. 496,214.53 | L. 436,668.78 |
| 2025 | L. 514,066.93 | L. 452,378.89 |
| 2026 | L. 532,234.13 | L. 468,366.03 |
| 2027 | L. 550,716.14 | L. 484,630.20 |
| 2028 | L. 569,512.95 | L. 501,171.40 |
| 2029 | L. 588,624.57 | L. 517,989.62 |
| Total | L.5,871,385.09 | L.5,166,818.88 |

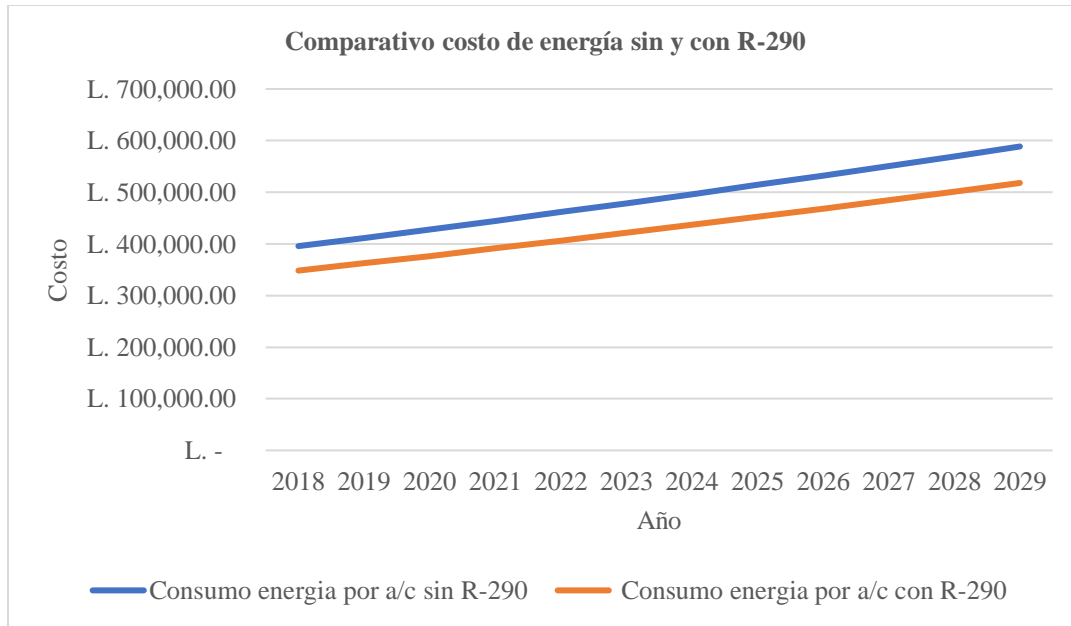


Figura 12. Comparativos costos de energía sin y con R-290 en los sistemas de aire acondicionado del Plantel periodo 2018-2029.

En la figura 12, se representa gráficamente la disminución en costo con la implementación del R-290 en el sistema, que equivale al 12% de ahorro en los costos anuales del periodo evaluado.

4.6 COSTO DE OPORTUNIDAD DE LA INVERSIÓN

La tasa de descuento que se utilizó para la evaluación de la inversión es del 9.50%, la cual se determinó haciendo una búsqueda de los instrumentos financieros que proporcionan la más alta tasa de rendimiento a la inversión requerida, tales como: certificados de depósitos del mercado bancario del país, por ser estos los más negociados en dicho mercado e instrumentos de deuda negociados en la Bolsa Centroamericana de Valores (BCV), en el Anexo 3 se evidencian los rendimientos anteriormente mencionados.

4.7 FLUJO DE EFECTIVO

En la siguiente tabla se muestra el flujo de efectivo que se espera por la mejora en el sistema, en el horizonte de tiempo establecido, se muestra detalle del cálculo en anexo 4.

Tabla 6. Flujo de efectivo periodo 2017-2022.

| Años | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 |
|-------------------------------|----------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Inversión Inicial | L. -153,693.75 | | | | | |
| Ahorro en costo | | L. 47,485.32 | L. 49,400.95 | L. 51,354.36 | L. 53,345.54 | L. 55,374.50 |
| Flujo de efectivo neto | L. -153,693.75 | L. 47,485.32 | L. 49,400.95 | L. 51,354.36 | L. 53,345.54 | L. 55,374.50 |

Tabla 7. Flujo de efectivo periodo 2023-2029.

| Años | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 |
|-------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Inversión Inicial | | | | | | | |
| Ahorro en costo | L. 57,441.23 | L. 59,545.74 | L. 61,688.03 | L. 63,868.10 | L. 66,085.94 | L. 68,341.55 | L. 70,634.95 |
| Flujo de efectivo neto | L. 57,441.23 | L. 59,545.74 | L. 61,688.03 | L. 63,868.10 | L. 66,085.94 | L. 68,341.55 | L. 70,634.95 |

4.8 EVALUACIÓN FINANCIERA

A continuación, se relacionan los criterios de valoración de la rentabilidad financiera de la inversión:

Tabla 8. Indicadores de rentabilidad financiera.

| | |
|---------------------------------------|----------------------|
| VPN | L. 240,825.54 |
| TIR | 33.20% |
| Periodo de recuperación (años) | 3.1 |

4.9 ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

A continuación, se encuentra el análisis de la inversión, haciendo un comparativo de los indicadores de rentabilidad bajo las diferentes proyecciones futuras de precios de energía, considerando ésta la variable de mayor incertidumbre para la generación de los flujos de efectivo, en función de sus tres escenarios posibles, el cálculo de los flujos se puede ver en detalle en el Anexo 5.

Tabla 9. Comparativo de valoración de inversión de implementación de R-290 en los sistemas de aire acondicionado del Plantel ENEE, bajo tres escenarios de precios, periodo 2018-2029.

| Método | Escenario uno | Escenario dos | Escenario tres |
|--------------------------------|---------------|---------------|----------------|
| VPN | L. 277,862.86 | L. 203,788.23 | L. 240,825.54 |
| TIR | 35.16% | 31.05% | 33.20% |
| Periodo de recuperación (años) | 3.8 | 3.11 | 3.10 |

Adicionalmente, se muestran los indicadores de rentabilidad bajo un escenario desfavorable, haciendo una reducción del 5% del porcentaje de consumo de energía que se atribuye al aire acondicionado, el cálculo de los flujos de efectivo se puede ver en el Anexo 6.

Tabla 10. Valoración inversión de implementación de R-290 en los sistemas de aire acondicionado del Plantel ENEE, escenario desfavorable (disminución del 5% del consumo de energía por a/c).

| | |
|----------------------------|---------------|
| VPN | L. 221,099.58 |
| TIR | 31.47% |
| Periodo recuperación(años) | 4.03 |

CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- La inversión total del proyecto es de L153,693.75, la cual corresponde a la inversión inicial, debido a que no existen otros costos asociados directos e indirectos para la implementación del refrigerante R-290 a los sistemas de aire acondicionado del plantel, lo anterior se encuentra evidenciado en la sección 4.1, con lo anterior se cumple los dos primeros objetivos específicos.
- En cumplimiento al tercer y cuarto objetivo específico, se determinó que el total de los costos anuales por consumo de energía eléctrica por la utilización de los sistemas de aire acondicionado, sin y con la implementación de R-290 asciende a L5, 871,385.09 y L5, 166, 818.88 respectivamente, de acuerdo con los resultados obtenidos y descritos en la tabla 4 de la sección 4.5.
- El total de ahorro en costos anuales futuros por la mejora en eficiencia energética en los sistemas de aire acondicionado asciende a L704, 566.21, durante el periodo que corresponde a la vida útil restante del equipo, resultado que se encuentra reflejado por año en la tabla 5 y 6 de la sección 4.7, de esta forma logrando el quinto objetivo específico.
- En cumplimiento del objetivo general del presente estudio se evaluó la factibilidad de la inversión, la cual arroja los siguientes resultados: el valor presente neto de los flujos de efectivo es positivo y asciende a L240, 825. 54, lo cual indica que la inversión es rentable; la tasa interna de retorno es del 33.20% la cual fortalece la determinación de que la inversión es factible debido a que es mayor que la tasa de costo de oportunidad.

- El valor presente neto en los diferentes escenarios evaluados en el análisis de sensibilidad desarrollado en la sección 4.9, resultó ser positivo, lo cual indica que la rentabilidad de la inversión persiste, aun cuando se evalúa en escenarios desfavorables en cuanto a los precios de energía y el porcentaje de consumo de energía de los sistemas de aire acondicionado.

5.2 RECOMENDACIONES

- Tomando en cuenta la factibilidad financiera de la inversión, se recomienda la realización del proyecto para reducir los costos incurridos por consumo de energía del Plantel ENEE y a su vez contribuir a la reducción del impacto ambiental por el uso de SAOs en los sistemas de aire acondicionado.
- Dado que este es el primer estudio de su tipo en Honduras, se recomienda realizar estudios de factibilidad para la implementación del R-290 en los sistemas de aire acondicionados de los principales sectores económicos del país, como ser Industrial y Comercial, tomando el presente estudio como referencia, para analizar los beneficios económicos en dichos sectores con esta alternativa de eficiencia energética.

BIBLIOGRAFÍA

- Banco Mundial. (2016). Proyección Preliminar sobre el modelo del manejo de la demanda para Honduras.
- Banco Mundial. (2017). Recuperado 4 de mayo de 2017, a partir de <http://www.bancomundial.org/>
- BBC Mundo. (2017). De la Elección de Reagan hasta Internet: Como el aire acondicionado ha hecho posible más de lo que sospechas.
- BCH. (2017). Memoria Anual 2016.
- Berk, J., & Peter, D. M. (2008). Finanzas Corporativas (1.^a ed.).
- Calm. (1994). Refrigerant Safety.
- Carlos Alberto Barreto Nieto, & Jacobo Campo Robledo. (2012). Relación a largo plazo entre consumo de energía y PIB en América Latina: Una evaluación empírica con datos panel.
- CEPAL. (2017). En 2017, el PIB de Centroamérica y la República Dominicana crecerá 4,5% en promedio: CEPAL | Comunicado de prensa | Comisión Económica para América Latina y el Caribe. Recuperado 3 de mayo de 2017, a partir de <http://www.cepal.org/es/comunicados/2017-pib-centroamerica-la-republica-dominicana-crecera-45-promedio-cepal>
- Chong, Jorge, & Valladares, Walter. (2016, abril). Implementación de Hidrocarburo en un Sistema de Aire Acondicionado para reducir el consumo de energía eléctrica y el impacto ambiental.
- Congreso Nacional. Reglamento General de Sustancias Agotadoras de Ozono, Acuerdo Ejecutivo 006-2012 § (2012).
- E. Saiwaka, et al. (2012). Global and Regional Emission estimates for HCFC-22.

- ENEE. (2017). Boletín Estadístico enero 2017.
- Gabriel Baca Urbina. (2001). Evaluación de Proyectos (4.^a ed.). México.
- INE. (2016). Censo Poblacional 2016. Honduras.
- Jaime Alejandro Zapata Uribe. (2011). Impacto del PIB, del Gas Natural, y de Los Precios de la Electricidad en Colombia.
- L. Maclaine-Cross, & E. Leonardi. (1997). Why Hydrocarbon Save Energy.
- Mayta V. (2007). Estudio Técnico económico en equipos de aire acondicionado al sustituir refrigerantes con contenido de cloro por refrigerantes hidrocarburos.
- Montzka, Reimann, S, Engel, A, Krüger, K., O'Doherty, S, Sturges, & W., & Blake, D. (2011). Global Ozone Research and Monitoring Project – Report.
- PNUMA. (2016, junio). Tratados Internacionales para la protección de la capa de ozono.
- Qinghai Luo, Guangfa Tang, & Wensheng Huang. (2006). Investigation on Air-Conditioning Energy Consumption of a Typical Commercial Building Complex.
- Ross, Westerfield, & Jaffe. (2012). Finanzas Corporativas (9.^a ed.).
- Ross, Westerfield, & Jordan. (2010). Fundamentos de Finanzas Corporativas (9.^a ed.).
- The Energy Conservation Center. (2010). Energy Conservation for Office Buildings.

ANEXO 2

| Inversion Requerida Total | | | | | | |
|---------------------------|--------------------|-----------|-------------|----|------------------------|----------------------|
| CANTIDAD | CAPACIDAD EN (BTU) | TOTAL BTU | TON REFRIG. | | COSTO/TON | TOTAL COSTO |
| 1 | 18000 | 18000 | 1.5 | L. | 1,229.55 | L. 1,844.33 |
| 1 | 18000 | 18000 | 1.5 | L. | 1,229.55 | L. 1,844.33 |
| 1 | 18000 | 18000 | 1.5 | L. | 1,229.55 | L. 1,844.33 |
| 1 | 24000 | 24000 | 2 | L. | 1,229.55 | L. 2,459.10 |
| 1 | 12000 | 12000 | 1 | L. | 1,229.55 | L. 1,229.55 |
| 1 | 60000 | 60000 | 5 | L. | 1,229.55 | L. 6,147.75 |
| 1 | 18000 | 18000 | 1.5 | L. | 1,229.55 | L. 1,844.33 |
| 1 | 24000 | 24000 | 2 | L. | 1,229.55 | L. 2,459.10 |
| 1 | 18000 | 18000 | 1.5 | L. | 1,229.55 | L. 1,844.33 |
| 1 | 60000 | 60000 | 5 | L. | 1,229.55 | L. 6,147.75 |
| 1 | 60000 | 60000 | 5 | L. | 1,229.55 | L. 6,147.75 |
| 1 | 36000 | 36000 | 3 | L. | 1,229.55 | L. 3,688.65 |
| 2 | 18000 | 36000 | 3 | L. | 1,229.55 | L. 3,688.65 |
| 1 | 24000 | 24000 | 2 | L. | 1,229.55 | L. 2,459.10 |
| 1 | 60000 | 60000 | 5 | L. | 1,229.55 | L. 6,147.75 |
| 1 | 60000 | 60000 | 5 | L. | 1,229.55 | L. 6,147.75 |
| 1 | 12000 | 12000 | 1 | L. | 1,229.55 | L. 1,229.55 |
| 1 | 24000 | 24000 | 2 | L. | 1,229.55 | L. 2,459.10 |
| 1 | 60000 | 60000 | 5 | L. | 1,229.55 | L. 6,147.75 |
| 1 | 60000 | 60000 | 5 | L. | 1,229.55 | L. 6,147.75 |
| 2 | 60000 | 120000 | 10 | L. | 1,229.55 | L. 12,295.50 |
| 1 | 12000 | 12000 | 1 | L. | 1,229.55 | L. 1,229.55 |
| 1 | 12000 | 12000 | 1 | L. | 1,229.55 | L. 1,229.55 |
| 1 | 36000 | 36000 | 3 | L. | 1,229.55 | L. 3,688.65 |
| 1 | 60000 | 60000 | 5 | L. | 1,229.55 | L. 6,147.75 |
| 1 | 18000 | 18000 | 1.5 | L. | 1,229.55 | L. 1,844.33 |
| 1 | 12000 | 12000 | 1 | L. | 1,229.55 | L. 1,229.55 |
| 2 | 12000 | 24000 | 2 | L. | 1,229.55 | L. 2,459.10 |
| 1 | 18000 | 18000 | 1.5 | L. | 1,229.55 | L. 1,844.33 |
| 1 | 60000 | 60000 | 5 | L. | 1,229.55 | L. 6,147.75 |
| 1 | 12000 | 12000 | 1 | L. | 1,229.55 | L. 1,229.55 |
| 1 | 12000 | 12000 | 1 | L. | 1,229.55 | L. 1,229.55 |
| 1 | 60000 | 60000 | 5 | L. | 1,229.55 | L. 6,147.75 |
| 1 | 12000 | 12000 | 1 | L. | 1,229.55 | L. 1,229.55 |
| 1 | 60000 | 60000 | 5 | L. | 1,229.55 | L. 6,147.75 |
| 1 | 24000 | 24000 | 2 | L. | 1,229.55 | L. 2,459.10 |
| 2 | 24000 | 48000 | 4 | L. | 1,229.55 | L. 4,918.20 |
| 1 | 18000 | 18000 | 1.5 | L. | 1,229.55 | L. 1,844.33 |
| 1 | 36000 | 36000 | 3 | L. | 1,229.55 | L. 3,688.65 |
| 1 | 12000 | 12000 | 1 | L. | 1,229.55 | L. 1,229.55 |
| 1 | 60000 | 60000 | 5 | L. | 1,229.55 | L. 6,147.75 |
| 1 | 12000 | 12000 | 1 | L. | 1,229.55 | L. 1,229.55 |
| 1 | 36000 | 36000 | 3 | L. | 1,229.55 | L. 3,688.65 |
| 1 | 24000 | 24000 | 2 | L. | 1,229.55 | L. 2,459.10 |
| 48 | | | | | TOTAL INVERSIÓN | L. 153,693.75 |

ANEXO 3

| BCV | | Bolsa Centroamericana de Valores | | | | | | | |
|--|---------|----------------------------------|----------|---------------------|-----------------|------------------------------|-----------------------|---------------------------------|-------------|
| Bolsa Centroamericana de Valores, S.A. | | Boletín Diario | | | | | | | |
| Del 19/05/2017 Al 19/05/2017 | | | | | | | | Impreso: 19/05/2017 09:02:01 PM | |
| Fecha de Sesión : 19/05/2017 | | | | | | | | Pagina: 1 de 1 | |
| No. de Operación | Emisor | Instrumento | Avalista | Días al Vencimiento | Tasa de Interés | Cantidad de Títulos/Acciones | Valor de la Operación | Precio | Rendimiento |
| Moneda : DOLAR E.U.A | | | | | | | | | |
| Renta Fija | | | | | | | | | |
| Mercado : Primario | | | | | | | | | |
| 131211 | BANRURA | BONOS | N | 1,065 | 5.1000 | 10 | 10,000.00 | 100.0000 | 5.10 |
| Total por Moneda ... | | | | | | | 10,000.00 | | |
| Moneda : LEMPIRA | | | | | | | | | |
| Renta Fija | | | | | | | | | |
| Mercado : Primario | | | | | | | | | |
| 131208 | BACHON | BONO | N | 1,073 | 9.5000 | 912 | 912,000.00 | 100.0000 | 9.50 |
| 131209 | BCH | LETRA | N | 3 | 0.0000 | 46,915 | 46,915,000.00 | 99.9546 | 5.45 |
| 131210 | BCH | LETRA | N | 3 | 0.0000 | 1,550,711 | 1,550,711,000.00 | 99.9542 | 5.50 |
| Total por Moneda ... | | | | | | | 1,598,538,000.00 | | |

| TASAS DE INTERES PARA CAPTACIONES Y RENOVACIONES DE CERTIFICADOS DE DEPOSITO A TERMINO MONEDA NACIONAL | | | | | |
|--|--------------------------|------------------------------|----------------------|----------------------|-------|
| BANCO ATLANTIDA desde 1913 | | | | | |
| VIGENCIA DESDE: MARZO 2016 | | | | | |
| DEPOSITOS A PLAZO / CERTIFICADOS DE DEPOSITO (MAYORES DE L5,000.00)** | | | | | |
| ESCALAS | TASA MAXIMA 90 DIAS | TASA MAXIMA 180 DIAS | TASA MAXIMA 270 DIAS | TASA MAXIMA 360 DIAS | |
| 5,000.00 | 10,000.00 | 0.15% | 0.15% | 0.25% | 0.25% |
| 10,000.01 | 50,000.00 | 1.25% | 4.00% | 4.00% | 4.00% |
| 50,000.01 | 100,000.00 | 2.25% | 4.75% | 4.75% | 4.75% |
| 100,000.01 | 500,000.00 | 3.25% | 5.25% | 5.25% | |
| 500,000.01 | 1,000,000.00 | 5.25% | 6.25% | 6.25% | |
| 1,000,000.01 | En Adelante | 5.75% | 7.25% | 7.25% | |
| BONOS DE CAJA (MAYORES DE L100,000.00)** | | | | | |
| ESCALAS | TASA 360 DIAS Pers. Nat. | TASA 360 DIAS Pers. Jur. | | | |
| 100,000.01 | 500,000.00 | 5.25% | 5.25% | | |
| 500,000.01 | 1,000,000.00 | 6.25% | 6.25% | | |
| 1,000,000.01 | 5,000,000.00 | 7.25% | 7.25% | | |
| BONOS DE CAJA (MAYORES DE L5,000,000.00)** | | | | | |
| ESCALAS | TASA a 12 MESES | TASA DE 13 MESES EN ADELANTE | | | |
| Personas Naturales | 5,000,000.01 En Adelante | 7.25% | 7.25% | | |
| Personas Jurídicas | 5,000,000.01 En Adelante | 7.25% | 7.25% | | |
| Instituc. Del Gobierno | 5,000,000.01 En Adelante | 6.75% | | | |

ANEXO 4

Detalle de cálculos

| AÑO | KWH | TARIFA | COSTO EN LPS | CONSUMO POR AIRE ACONDICIONADO (60%) | AHORRO POR HIDROCARBURO (12%) |
|-------------|------------|---------------|---------------------|---|--------------------------------------|
| 2017 | 148953 | 4.3197 | | | |
| 2018 | 151825 | 4.3439 | L. 659,518.39 | L. 395,711.03 | L. 47,485.32 |
| 2019 | 154698 | 4.4352 | L. 686,124.34 | L. 411,674.60 | L. 49,400.95 |
| 2020 | 157571 | 4.5266 | L. 713,254.96 | L. 427,952.98 | L. 51,354.36 |
| 2021 | 160444 | 4.6179 | L. 740,910.26 | L. 444,546.16 | L. 53,345.54 |
| 2022 | 163316 | 4.7092 | L. 769,090.24 | L. 461,454.14 | L. 55,374.50 |
| 2023 | 166189 | 4.8005 | L. 797,794.89 | L. 478,676.93 | L. 57,441.23 |
| 2024 | 169062 | 4.8918 | L. 827,024.21 | L. 496,214.53 | L. 59,545.74 |
| 2025 | 171935 | 4.9832 | L. 856,778.21 | L. 514,066.93 | L. 61,688.03 |
| 2026 | 174807 | 5.0745 | L. 887,056.88 | L. 532,234.13 | L. 63,868.10 |
| 2027 | 177680 | 5.1658 | L. 917,860.23 | L. 550,716.14 | L. 66,085.94 |
| 2028 | 180553 | 5.2571 | L. 949,188.26 | L. 569,512.95 | L. 68,341.55 |
| 2029 | 183425 | 5.3484 | L. 981,040.96 | L. 588,624.57 | L. 70,634.95 |

ANEXO 5

Detalle de cálculo escenario 1

| AÑO | KWH | TARIFA | COSTO | CONSUMO POR AIRE ACONDICIONADO (60%) | AHORRO POR HIDROCARBURO (12%) |
|------|--------|--------|----------------|--------------------------------------|-------------------------------|
| 2017 | 148953 | 4.3197 | | | |
| 2018 | 151825 | 4.3682 | L. 663,196.36 | L. 397,917.82 | L. 47,750.14 |
| 2019 | 154698 | 4.5508 | L. 703,998.94 | L. 422,399.36 | L. 50,687.92 |
| 2020 | 157571 | 4.7334 | L. 745,850.87 | L. 447,510.52 | L. 53,701.26 |
| 2021 | 160444 | 4.9161 | L. 788,752.15 | L. 473,251.29 | L. 56,790.15 |
| 2022 | 163316 | 5.0987 | L. 832,702.78 | L. 499,621.67 | L. 59,954.60 |
| 2023 | 166189 | 5.2814 | L. 877,702.76 | L. 526,621.65 | L. 63,194.60 |
| 2024 | 169062 | 5.4640 | L. 923,752.08 | L. 554,251.25 | L. 66,510.15 |
| 2025 | 171935 | 5.6466 | L. 970,850.76 | L. 582,510.46 | L. 69,901.25 |
| 2026 | 174807 | 5.8293 | L. 1018,998.79 | L. 611,399.27 | L. 73,367.91 |
| 2027 | 177680 | 6.0119 | L. 1068,196.17 | L. 640,917.70 | L. 76,910.12 |
| 2028 | 180553 | 6.1945 | L. 1118,442.90 | L. 671,065.74 | L. 80,527.89 |
| 2029 | 183425 | 6.3772 | L. 1169,738.97 | L. 701,843.38 | L. 84,221.21 |

Flujo de efectivo escenario 1

| Años | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 |
|------------------------|----------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Inversión Inicial | L. -153,693.75 | | | | | |
| Ahorro en costo | | L. 47,750.14 | L. 50,687.92 | L. 53,701.26 | L. 56,790.15 | L. 59,954.60 |
| Flujo de Efectivo Neto | L. -153,693.75 | L. 47,750.14 | L. 50,687.92 | L. 53,701.26 | L. 56,790.15 | L. 59,954.60 |

| Años | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 |
|------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Inversión Inicial | | | | | | | |
| Ahorro en costo | L. 63,194.60 | L. 66,510.15 | L. 69,901.25 | L. 73,367.91 | L. 76,910.12 | L. 80,527.89 | L. 84,221.21 |
| Flujo de Efectivo Neto | L. 63,194.60 | L. 66,510.15 | L. 69,901.25 | L. 73,367.91 | L. 76,910.12 | L. 80,527.89 | L. 84,221.21 |

Detalle de cálculo escenario 2

| AÑO | KWH | TARIFA | COSTO | CONSUMO POR AIRE ACONDICIONADO (60%) | AHORRO POR HIDROCARBURO (12%) |
|------|--------|--------|---------------|--------------------------------------|-------------------------------|
| 2017 | 148953 | 4.3197 | | | |
| 2018 | 151825 | 4.3197 | L. 655,840.42 | L. 393,504.25 | L. 47,220.51 |
| 2019 | 154698 | 4.3197 | L. 668,249.74 | L. 400,949.84 | L. 48,113.98 |
| 2020 | 157571 | 4.3197 | L. 680,659.06 | L. 408,395.43 | L. 49,007.45 |
| 2021 | 160444 | 4.3197 | L. 693,068.38 | L. 415,841.03 | L. 49,900.92 |
| 2022 | 163316 | 4.3197 | L. 705,477.70 | L. 423,286.62 | L. 50,794.39 |
| 2023 | 166189 | 4.3197 | L. 717,887.02 | L. 430,732.21 | L. 51,687.87 |
| 2024 | 169062 | 4.3197 | L. 730,296.34 | L. 438,177.80 | L. 52,581.34 |
| 2025 | 171935 | 4.3197 | L. 742,705.66 | L. 445,623.39 | L. 53,474.81 |
| 2026 | 174807 | 4.3197 | L. 755,114.98 | L. 453,068.99 | L. 54,368.28 |
| 2027 | 177680 | 4.3197 | L. 767,524.30 | L. 460,514.58 | L. 55,261.75 |
| 2028 | 180553 | 4.3197 | L. 779,933.62 | L. 467,960.17 | L. 56,155.22 |
| 2029 | 183425 | 4.3197 | L. 792,342.94 | L. 475,405.76 | L. 57,048.69 |

Flujo de efectivo escenario 2

| Años | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 |
|--------------------------|----------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Inversión Inicial | L. -153,693.75 | | | | | |
| Ahorro en costo | | L. 47,220.51 | L. 48,113.98 | L. 49,007.45 | L. 49,900.92 | L. 50,794.39 |
| Flujo Neto | L. -153,693.75 | L. 47,220.51 | L. 48,113.98 | L. 49,007.45 | L. 49,900.92 | L. 50,794.39 |

| Años | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 |
|--------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Inversión Inicial | | | | | | | |
| Ahorro en costo | L. 51,687.87 | L. 52,581.34 | L. 53,474.81 | L. 54,368.28 | L. 55,261.75 | L. 56,155.22 | L. 57,048.69 |
| Flujo Neto | L. 51,687.87 | L. 52,581.34 | L. 53,474.81 | L. 54,368.28 | L. 55,261.75 | L. 56,155.22 | L. 57,048.69 |

ANEXO 6

Detalle de cálculos

| AÑO | KWH | TARIFA | COSTO | CONSUMO POR AIRE ACONDICIONADO (57%) | AHORRO POR HIDROCARBURO (12%) |
|------|--------|--------|---------------|--------------------------------------|-------------------------------|
| 2017 | 148953 | | | | |
| 2018 | 151825 | 4.3439 | L. 659,518.39 | L. 375,925.48 | L. 45,111.06 |
| 2019 | 154698 | 4.4352 | L. 686,124.34 | L. 391,090.87 | L. 46,930.90 |
| 2020 | 157571 | 4.5266 | L. 713,254.96 | L. 406,555.33 | L. 48,786.64 |
| 2021 | 160444 | 4.6179 | L. 740,910.26 | L. 422,318.85 | L. 50,678.26 |
| 2022 | 163316 | 4.7092 | L. 769,090.24 | L. 438,381.43 | L. 52,605.77 |
| 2023 | 166189 | 4.8005 | L. 797,794.89 | L. 454,743.08 | L. 54,569.17 |
| 2024 | 169062 | 4.8918 | L. 827,024.21 | L. 471,403.80 | L. 56,568.46 |
| 2025 | 171935 | 4.9832 | L. 856,778.21 | L. 488,363.58 | L. 58,603.63 |
| 2026 | 174807 | 5.0745 | L. 887,056.88 | L. 505,622.42 | L. 60,674.69 |
| 2027 | 177680 | 5.1658 | L. 917,860.23 | L. 523,180.33 | L. 62,781.64 |
| 2028 | 180553 | 5.2571 | L. 949,188.26 | L. 541,037.31 | L. 64,924.48 |
| 2029 | 183425 | 5.3484 | L. 981,040.96 | L. 559,193.34 | L. 67,103.20 |

Flujos de efectivo

| Años | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 |
|----------------------------|----------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Inversión Inicial | L. -153,693.75 | | | | | |
| Ahorro | | L. 45,111.06 | L. 46,930.90 | L. 48,786.64 | L. 50,678.26 | L. 52,605.77 |
| Flujo efectivo neto | L. -153,693.75 | L. 45,111.06 | L. 46,930.90 | L. 48,786.64 | L. 50,678.26 | L. 52,605.77 |

| Años | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 |
|----------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Inversión Inicial | | | | | | | |
| Ahorro | L. 54,569.17 | L. 56,568.46 | L. 58,603.63 | L. 60,674.69 | L. 62,781.64 | L. 64,924.48 | L. 67,103.20 |
| Flujo efectivo neto | L. 54,569.17 | L. 56,568.46 | L. 58,603.63 | L. 60,674.69 | L. 62,781.64 | L. 64,924.48 | L. 67,103.20 |

ANEXO 7

Inventario

PROYECTO TESIS UNIVESIDAD TECNOLOGICA CENTROAMERICANA UNITEC

Factibilidad para la implementación de Hidrocarburos en los sistemas de aire acondicionado de la ENEE

INVENTARIO DE LOS EQUIPOS DE AIRE ACONDICIONADO DEL PLANTEL DE DISTRIBUCIÓN DE LA ENEE

| CANTIDAD | CAPACIDAD EN (BTU) | MARCA | OFICINA | TIPO | HORARIO |
|----------|--------------------|-------------|------------------------|-----------|-----------|
| 1 | 18,000 | COLDCOMFORT | DESARROLLO DE REDES | MINISPLIT | OFICINA |
| 1 | 18,000 | COLDCOMFORT | MANTENIMIENTO DE REDES | MINISPLIT | OFICINA |
| 1 | 18,000 | COLDCOMFORT | GESTIÓN DE LA MEDIDA | MINISPLIT | OFICINA |
| 1 | 24,000 | COMFORTSTAR | DIGITALIZACIÓN | MINISPLIT | OFICINA |
| 1 | 12,000 | COLDCOMFORT | ALUMBRADO PUBLICO | MINISPLIT | OFICINA |
| 1 | 60,000 | AIRCOOL | ALUMBRADO PUBLICO | SPLIT | OFICINA |
| 2 | 12,000 | SERENAIRE | OPERACIONES | VENTANA | OFICINA |
| 1 | 18,000 | PUNTOFRIO | PROYECTOS | MINISPLIT | OFICINA |
| 1 | 24,000 | COLDCOMFORT | PROYECTOS | MINISPLIT | OFICINA |
| 1 | 18,000 | LG | PLANIFICACIÓN | MINISPLIT | OFICINA |
| 1 | 60,000 | COMFORTSTAR | CAMPO Y PLANO | SPLIT | OFICINA |
| 1 | 60,000 | COMFORTSTAR | COBROS | SPLIT | OFICINA |
| 1 | 36,000 | COMFORTSTAR | COBROS | SPLIT | OFICINA |
| 2 | 18,000 | COMFORTSTAR | VIDEOWALL | MINISPLIT | 5H/SEMANA |
| 1 | 24,000 | COMFORTSTAR | | MINISPLIT | OFICINA |
| 1 | 60,000 | COMFORTSTAR | MEDICIÓN | SPLIT | OFICINA |
| 1 | 12,000 | | GESTIÓN DE LA MEDIDA | VENTANA | OFICINA |
| 1 | 60,000 | COMFORTSTAR | PRESUPUESTO | SPLIT | OFICINA |
| 1 | 12,000 | FRIGIDAIRE | PRESUPUESTO | SPLIT | OFICINA |
| 1 | 24,000 | COMFORTSTAR | LABORATORIO | MINISPLIT | OFICINA |
| 1 | 60,000 | COMFORTSTAR | LABORATORIO | SPLIT | OFICINA |
| 1 | 60,000 | WHISPERAIRE | CAPACITACIÓN | SPLIT | OFICINA |
| 2 | 60,000 | COMFORTSTAR | FACTURACIÓN | SPLIT | OFICINA |
| 1 | 12,000 | COMFORTSTAR | CLÍNICA | MINISPLIT | 6H/DIA |
| 1 | 12,000 | COMFORTSTAR | ABOGADOS | MINISPLIT | 6H/DIA |
| 1 | 36,000 | COMFORTSTAR | SUBGERENCIA | SPLIT | OFICINA |
| 1 | 60,000 | WHISPERAIRE | SUBGERENCIA | SPLIT | OFICINA |

| | | | | | |
|---|--------|-------------|---------------|-----------|---------|
| 1 | 18,000 | COMFORTSTAR | SUBGERENCIA | SPLIT | OFICINA |
| 1 | 12,000 | COMFORTSTAR | SUBGERENCIA | SPLIT | OFICINA |
| 2 | 12,000 | COMFORTSTAR | COMERCIAL | MINISPLIT | OFICINA |
| 1 | 18,000 | COMFORTSTAR | COMERCIAL | MINISPLIT | OFICINA |
| 1 | 60,000 | UNIAIRE | TESORERÍA | SPLIT | OFICINA |
| 1 | 12,000 | COMFORTSTAR | SERVICIOS ADM | MINISPLIT | OFICINA |
| 1 | 12,000 | COMFORTSTAR | SERVICIOS ADM | MINISPLIT | OFICINA |
| 1 | 60,000 | COMFORTSTAR | SERVICIOS ADM | SPLIT | OFICINA |
| 1 | 12,000 | COMFORTSTAR | SERVICIOS ADM | MINISPLIT | OFICINA |
| 1 | 60,000 | COMFORTSTAR | REGIONALES SG | SPLIT | OFICINA |
| 1 | 24,000 | COMFORTSTAR | REGIONALES SG | MINISPLIT | OFICINA |
| 2 | 24,000 | COMFORTSTAR | CAFETERÍA | MINISPLIT | 3H/DIA |
| 1 | 18,000 | COMFORTSTAR | UMI | MINISPLIT | OFICINA |
| 1 | 36,000 | COMFORTSTAR | ARCHIVO | SPLIT | OFICINA |
| 1 | 12,000 | COLDCOMFORT | EE | MINISPLIT | OFICINA |
| 1 | 60,000 | COMFORTSTAR | REGIONALES | SPLIT | OFICINA |
| 1 | 12,000 | COMFORTSTAR | REGIONALES | MINISPLIT | OFICINA |
| 1 | 12,000 | | REGIONALES | VENTANA | OFICINA |
| 1 | 36,000 | COMFORTSTAR | REGIONALES | SPLIT | OFICINA |
| 1 | 24,000 | COMFORTSTAR | REGIONALES | MINISPLIT | OFICINA |

Horarios de oficina de 8:00am – 4:00pm lunes a jueves, viernes de 8:00am – 3:00pm

ANEXO 8

Instrumentos

Entrevista

Nombre:

Fecha:

Empresa:

Hora:

Puesto:

La presente entrevista tiene como objetivo recoger información sobre el Proyecto de Tesis titulado ***“Factibilidad para la Implementación de Hidrocarburo en los sistemas de aire acondicionado del Plantel de Distribución de la ENEE”*** realizado en la Universidad Tecnológica Centroamericana (UNITEC), sobre el particular se le solicita respetuosamente a usted proporcionar la siguiente información, la cual es muy valiosa para el estudio antes señalado, agradeciéndole su participación.

1. ¿Existen en Honduras personas naturales o jurídicas capacitadas para realizar el reemplazo del Refrigerante R-22 a los sistemas de aire acondicionado, y quiénes son?
2. ¿Realiza la UTOH el reemplazo de refrigerantes en Instituciones del Sector Público?
3. ¿Cuáles son los costos del reemplazo del refrigerante por equipo de aire acondicionado, por parte de la UTOH?
4. ¿Cuáles son las condiciones o requisitos legales o administrativos a cumplir para que la UTOH realice el reemplazo del refrigerante en un edificio de una Institución del Sector Público?

Entrevista

Nombre:
Empresa:
Puesto:

Fecha:
Hora:

La presente entrevista tiene como objetivo recoger información del Proyecto de Tesis titulado ***“Factibilidad para la Implementación de Hidrocarburo en los sistemas de aire acondicionado del Plantel de Distribución de la ENEE”*** realizado en la Universidad Tecnológica Centroamericana UNITEC, sobre el particular se le solicita respetuosamente a usted proporcionar la siguiente información, la cual es muy valiosa para el estudio antes señalado, agradeciéndole su participación.

1. ¿Cuál es el comportamiento horario de consumo de energía del Plantel de Distribución de la Empresa Nacional de Energía Eléctrica (ENEE)?
2. ¿Cuáles son los costos por consumo de energía eléctrica por mes en los últimos 5 años del edificio?
3. ¿Cuál es el consumo de energía eléctrica por kWh del edificio por mes en los últimos 10 años?
4. ¿Cuáles son las tarifas de energía eléctrica vigentes para el Sector Gubernamental?
5. ¿Quién determina las tarifas de Energía Eléctrica?
6. ¿Cada cuánto se revisan las tarifas y cuáles son los históricos de los últimos 10 años?
7. ¿Cuál es el tiempo estimado de vida útil de los equipos de aire acondicionado que están en funcionamiento?

GLOSARIO

| | |
|-------|--|
| A/C | Aire acondicionado |
| BCV | Bolsa Centroamericana de Valores |
| BTU | British Thermal Unit (Unidad Térmica Británica) |
| CNE | Comisión Nacional de Energía |
| CREE | Comisión Reguladora de Energía Eléctrica |
| ENEE | Empresa Nacional de Energía Eléctrica |
| HCFC | Hidroclorofluorocarbonos |
| HFC | Hidrofluorocarbono |
| INE | Instituto Nacional de Estadística. |
| kWh | Kilo Watt Hora |
| PNUMA | Programa de Naciones Unidas para el medio Ambiente |
| SAO | Sustancia Agotadora de Ozono |
| | Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente en |
| SERNA | Honduras |
| UTOH | Unidad Técnica de Ozono de Honduras |