

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA



**Elaboración de los manuales de Implementación de  
la Norma Técnica Salvadoreña - ISO50001 al Edificio  
Administrativo de la Facultad de Ingeniería y  
Arquitectura.**

PRESENTADO POR:

**CARLOS EDUARDO CÁCERES ALVARADO**

PARA OPTAR AL TITULO DE:

**INGENIERO ELECTRICISTA**

CIUDAD UNIVERSITARIA, MARZO DE 2016

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**

**RECTOR INTERINO :**

**LIC. JOSÉ LUIS ARGUETA ANTILLÓN**

**SECRETARIA GENERAL :**

**DRA. ANA LETICIA ZAVALA DE AMAYA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**DECANO :**

**ING. FRANCISCO ANTONIO ALARCÓN SANDOVAL**

**SECRETARIO :**

**ING. JULIO ALBERTO PORTILLO**

**ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA**

**DIRECTOR :**

**ING. ARMANDO MARTÍNEZ CALDERÓN**

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

Trabajo de Graduación previo a la opción al Grado de:

**INGENIERO ELECTRICISTA**

Título :

**Elaboración de los manuales de Implementación de la  
Norma Técnica Salvadoreña - ISO50001 al Edificio  
Administrativo de la Facultad de Ingeniería y  
Arquitectura**

Presentado por :

**CARLOS EDUARDO CÁCERES ALVARADO**

Trabajo de Graduación Aprobado por:

Docente Asesor :

**ING. JOSÉ ROBERTO RAMOS LÓPEZ**

San Salvador, Marzo de 2016

Trabajo de Graduación Aprobado por:

Docente Asesor :

**ING. JOSÉ ROBERTO RAMOS LÓPEZ**

## AGRADECIMIENTOS

Deseo mostrar mis deseos de agradecimiento primeramente a mi familia por todo el apoyo que demostraron a lo largo de mi carrera, a mi papá, Carlos Cáceres y mi mamá, Marta Yaneth, infinitas gracias.

Gracias, a mis amigos por acompañarme a lo largo de mi carrera dándome palabras de apoyo y brindándome incondicionalmente desde un principio su amistad lo que facilitó el difícil camino hacia la meta.

A todos mis compañeros que estuvieron a lo largo de mi formación académica, a todos ellos muchas gracias por estar presente en los momentos difíciles y hacerlos menos adversos.

A mi asesor, Ing. Roberto Ramos por darme su apoyo y asesoría para poder así culminar este trabajo de graduación. Así también, a todos los docentes de la Escuela de Ingeniería Eléctrica de la FIA que contribuyeron a mi formación profesional.

A todos, infinitas gracias. Han sido una parte fundamental de esta etapa de mi vida, han dejado recuerdos inolvidables que me llenan de mucha satisfacción y regocijo.

Carlos Eduardo Cáceres Alvarado.

## ACTA DE CONSTANCIA DE NOTA Y DEFENSA FINAL

En esta fecha, viernes 11 de marzo de 2016, en la Sala de Lectura de la Escuela de Ingeniería Eléctrica, a las 3:00 p.m. horas, en presencia de las siguientes autoridades de la Escuela de Ingeniería Eléctrica de la Universidad de El Salvador:

1. Ing. Armando Martínez Calderón  
Director

Firma:   
Firma: 




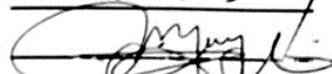

2. MSc. José Wilber Calderón Urrutia  
Secretario

Y, con el Honorable Jurado de Evaluación integrado por las personas siguientes:

1- Ing. José Roberto Ramos López

2- Ing. Armando Martínez Calderón

3- Ing. Gerardo Marvin Jorge Hernández

Firma:   
  


Se efectuó la defensa final reglamentaria del Trabajo de Graduación:

Elaboración de los manuales de Implementación de la Norma Técnica Salvadoreña - ISO50001 al Edificio Administrativo de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura.

A cargo del Bachiller:

Cáceres Alvarado Carlos Eduardo

Habiendo obtenido en el presente Trabajo una nota promedio de la defensa final: 7.8

(SIETE PUNTO OCHO )

# Índice Contenido

|   |           |
|---|-----------|
| ACRÓNIMOS.....  | 1         |
| INTRODUCCIÓN.....   | 2         |
| <b>Capítulo 1: Marco conceptual</b> .....   | <b>3</b>  |
| 1.1. Generalidades de la Norma ISO 50001. ....  | 3         |
| 1.2. Antecedentes de la norma ISO 50001. ....   | 3         |
| 1.3. Origen de la ISO 50001.....  | 3         |
| 1.4. Estructura de la ISO 50001.....  | 4         |
| 1.5. Requerimientos de la norma ISO 50001. ....   | 5         |
| 1.6. Metodología de implementación.....   | 6         |
| 1.7. Metodología de investigación.....  | 11        |
| 1.7.1. Metodología para la elaboración del diagnóstico. ....                                    | 12        |
| 1.7.2. Esquema de la metodología para la elaboración del diagnóstico. ....                      | 13        |
| 1.7.3. Determinación del tipo de investigación.....   | 13        |
| 1.7.5. Fuentes de información .....   | 14        |
| 1.7.6. Métodos para la recolección de datos.....  | 14        |
| 1.7.7. Campo de aplicación del a norma ISO 50001:2011. ....                                     | 15        |
| <b>Capítulo 2: Antecedentes</b> .....   | <b>16</b> |
| 2. Descripción del edificio Administrativo de la Facultad de Ingeniería y<br>Arquitectura. .... | 16        |
| 2.1. Características de las áreas del edificio administrativo.....                              | 16        |
| 2.1.1 Estructura organizativa de la administración académica.....                               | 17        |
| 2.1.2. Personal y cargo por área.....   | 17        |
| 2.2. Situación actual del edificio administrativo de la FIA y de la organización. .             | 19        |
| 2.2.1. Investigación preliminar.....  | 19        |
| <b>Capítulo 3: Requisitos del sistema de gestión de la energía</b> .....                        | <b>20</b> |
| 1. Requisitos generales.....  | 20        |
| 3. Elección del representante de la alta dirección. ....  | 20        |
| 3.1. Responsabilidades de la alta dirección.....  | 21        |
| 3.2. Funciones del representante de la alta dirección.....                                      | 22        |

|         |   |    |
|---------|---|----|
| 3.3.    | Formación del comité de gestión de la energía.....  | 22 |
| 2.3.1   | Estructura del comité de gestión de la energía.....   | 22 |
| 3.3.2.  | Funciones generales del comité de gestión de la energía. ....   | 22 |
| 4.      | Política energética en El Salvador. ....  | 23 |
| 4.1.    | Antecedentes.....   | 23 |
| 4.2.    | Política Energética Nacional y Agenda del Cambio Climático .....  | 24 |
| 4.2.1.  | Principios y Objetivos de la Política Energética .....  | 24 |
| 4.2.2.  | Política de austeridad nacional.....  | 25 |
| 4.3.    | Política energética en la Facultad de Ingeniería y Arquitectura. ....   | 25 |
| 4.3.1.  | Requisitos de una política energética.....  | 26 |
| 4.4.    | Propuesta de política energética en el edificio de Administración de la<br>Facultad de Ingeniería y Arquitectura.....   | 26 |
| 5.      | Planificación energética. ....  | 28 |
| 5.1.    | Generalidades.....  | 28 |
| 5.2.    | Requisitos legales.....   | 29 |
| 5.2.1.  | Generalidades.....  | 29 |
| 5.2.2.  | Ley de Adquisiciones y Contrataciones de la Administración Pública<br>(LACAP). ....   | 30 |
| 5.2.3.  | Política de Austeridad del Sector Público.....  | 30 |
| 5.2.4.  | Ley Orgánica de la Universidad de El Salvador .....   | 30 |
| 5.2.5.  | Reglamento general para la instalación y funcionamiento de servicios<br>esenciales de alimentación, elaboración de documentos y otros servicios afines.<br>31 |    |
| 5.2.6.  | CERTIFICACION ENERGETICA <sup>8</sup> .....   | 32 |
| 5.2.7.  | Certificación de edificaciones existentes .....   | 34 |
| 5.2.8.  | Proceso de Certificación. ....  | 35 |
| 5.2.9.  | Lineamientos de fomento de ahorro del consumo de la energía en la<br>Universidad de El Salvador. ....   | 36 |
| 5.2.10. | Políticas para el fomento del ahorro y la eficiencia del consumo de<br>energía eléctrica en la Universidad de El Salvador.....                                | 37 |
| 5.3.    | Revisión energética.....  | 41 |
| 5.3.1.  | Análisis de los usos y consumos de energía en el edificio administrativo<br>de la FIA UES. ....   | 42 |

|         |  |     |
|---------|--|-----|
| 5.3.2.  | Horarios de operación.....   | 48  |
| 5.3.3.  | Identificación de los usos significativos de energía.....  | 48  |
| 5.3.4.  | Matriz de evaluación e identificación de los usos y consumos energéticos en el edificio Admirativo de la FIA UES ..... | 50  |
| 5.3.5.  | Usos significativos de energía eléctrica en el edificio Admirativo FIA UES.  | 52  |
| 5.4.    | Línea base energética del edificio administrativo de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura.....                     | 53  |
| 5.4.1.  | Levantamiento del edificio Administrativo de la FIA-UES.....   | 53  |
| 5.4.2.  | Modelado en Open Studio. ....  | 56  |
| 5.4.3.  | Metodología de uso de OpenStudio.....  | 58  |
| 5.4.4.  | Simulación del consumo de energía en <i>OpenStudio</i> . ....  | 58  |
| 5.4.5.  | Resultados de simulación. ....   | 66  |
| 5.4.6.  | Validación de resultados.....  | 67  |
| 5.4.7.  | Propuesta de procedimiento para una auditoria energética interna.....  | 69  |
| 5.4.8.  | Indicadores de desempeño energético.....   | 75  |
| 5.4.9.  | Oportunidades de mejora.....   | 79  |
| 5.4.10. | Objetivos y metas futuros del SGE para el edificio.....  | 93  |
| 5.4.11. | Procedimiento de definición de objetivos, metas y planes de acción. ...  | 95  |
| 5.5.    | Implementación y operación.....  | 102 |
| 5.5.1.  | Competencia, formación y toma de conciencia.....   | 102 |
| 5.5.2.  | Plan de capacitaciones. ....   | 102 |
| 5.5.3.  | Capacitaciones al personal de la organización.....   | 102 |
| 5.5.4.  | Concientización sobre la necesidad del Sistema de Gestión de la energía.   | 104 |
| 5.5.5.  | Registros para las capacitaciones.....   | 105 |
| 5.5.6.  | Propuesta de Lista de asistencia para el SGE. ....   | 106 |
| 5.5.7.  | Solicitud de necesidad de capacitaciones.....  | 107 |
| 5.5.8.  | Comunicación. ....   | 108 |
| 5.5.9.  | Documentación y registro. ....   | 109 |
| 5.5.10. | Control de la documentación:.....  | 110 |
| 5.5.11. | Estado actual de la organización. ....   | 111 |

|   |     |
|---|-----|
| 5.5.12. Propuesta de procedimiento para control de la documentación.....  | 111 |
| 5.5.13. Control Operacional.....  | 120 |
| 5.5.14. Propuesta de procedimiento para el mantenimiento de aires<br>acondicionado en la facultad de ingeniería y arquitectura de la Universidad de El<br>Salvador..... | 128 |
| <b>CONCLUSIONES</b> .....   | 134 |
| <b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....   | 135 |
| <b>ANEXOS</b> .....   | 137 |
| Anexo 1. Clasificación e identificación de cargas eléctricas (luminarias, equipo<br>eléctrico y aire acondicionado) por cada nivel .....                                | 137 |
| <b>NIVEL 1</b> .....  | 137 |
| <b>Nivel 2</b> .....  | 140 |
| <b>NIVEL 3</b> .....  | 145 |

## Índice de figuras

|   |     |
|---|-----|
| Figura 1. Esquema de mejora continua en la ISO 50001.....   | 4   |
| Figura 2. Actividades medulares.....  | 5   |
| Figura 3 Metodología de diagnóstico.....  | 12  |
| Figura 4. Diagrama de fuentes de información.....   | 12  |
| Figura 5. Diagrama de pasos para la elaboración de diagnóstico. ....  | 13  |
| Figura 6. Descripción de la estructura administrativa en el edificio.....                                   | 17  |
| Figura 7. Estructura del SGE en la organización.....  | 21  |
| Figura 8. Esquema de procesos de planificación energética. ....   | 28  |
| Figura 9. Esquema de proceso de revisión energética.....  | 41  |
| Figura 10. Distribución de aires acondicionado en el primer nivel del edificio. ....                        | 44  |
| Figura 11 Distribución de aires acondicionado en el primer segundo del edificio. ....                       | 44  |
| Figura 12. Distribución de aires acondicionado en el tercer nivel del edificio.....                         | 45  |
| Figura 13. Distribución de luminarias primer nivel. ....  | 46  |
| Figura 14. Distribución de luminarias primer nivel. ....  | 47  |
| Figura 15. Distribución de luminarias primer nivel. ....  | 47  |
| Figura 16. Fachada delantera.....   | 54  |
| Figura 17 Fachada trasera.....  | 54  |
| Figura 18 Lateral sur este.....   | 55  |
| Figura 19 Lateral noreste.....  | 55  |
| Figura 20. Vista translúcida del edificio.....  | 55  |
| Figura 21. Interfaz del OpenStudio.....   | 57  |
| Figura 22 Menú del OpenStudio.....  | 59  |
| Figura 23. Selección del archivo del clima (.epw) en OpenStudio.....  | 60  |
| Figura 24. Opciones de Scheludes.....   | 61  |
| Figura 25. Opción de Construction set.....  | 62  |
| Figura 26. Materiales de construcción de la construcción ooo Exterior Door.....                             | 62  |
| Figura 27. Pestaña Thermal Zones.....   | 64  |
| Figura 28. Pestaña Output Variables.....  | 65  |
| Figura 29. Pestaña Simulation Seting.....   | 65  |
| Figura 30. Simulación en proceso.....   | 66  |
| Figura 31. Resultados de Simulación Anual 2015.....   | 66  |
| Figura 32. Comportamiento Potencia vs. Tiempo A/C Inverter y A/C tradicional.....                           | 81  |
| Figura 33. Modelado en software de los cortasoles en el edificio de Administración Académica de la FIA..... | 90  |
| Figura 34. Selección de superficie en sketchup.....   | 90  |
| Figura 35. Esquema de metodología para planes de capacitación.....  | 102 |
| Figura 36. Formato actual de registros para AC.....   | 122 |
| Figura 37. Clasificación por zonas en nivel 1.....  | 137 |

|   |     |
|---|-----|
| Figura 38. Clasificación por zonas en nivel 1. .... | 140 |
| Figura 39. Clasificación por zonas en nivel 3.....  | 145 |

## Índice de tablas

|   |     |
|---|-----|
| Tabla 1. Descripción del primer nivel del edificio.....   | 17  |
| Tabla 2. Descripción del segundo nivel del edificio. ....   | 18  |
| Tabla 3. Descripción del tercer nivel del edificio.....   | 18  |
| Tabla 4. Equipos de aire acondicionados instalados actualmente.....   | 42  |
| Tabla 5. Resultado de consumo de aires acondicionados para el año 2015.....                                   | 43  |
| Tabla 6. Consumo de energía de luminarias internas del año 2015. ....   | 46  |
| Tabla 7. Consumo de energía del equipo eléctrico en el año 2015.....  | 48  |
| Tabla 8. Matriz de evaluación de usos significativos de energía en el edificio. ....                          | 51  |
| Tabla 9. Resumen de resultados simulados para el año 2015. ....   | 67  |
| Tabla 10. Indicadores de desempeño del edificio administrativo de la FIA. ....                                | 79  |
| Tabla 11. Descripción técnica de aires acondicionados inverter.....   | 80  |
| Tabla 12. Datos comparativos de kWh. ....   | 82  |
| Tabla 13. Datos comparativos de kWh. ....   | 83  |
| Tabla 14. Consumo anual con el nuevo aire acondicionado.....  | 86  |
| Tabla 15. Costo anual 2015 de consumo de los A/C instalados actualmente .....                                 | 87  |
| Tabla 16. Costo anual 2015 de consumo de A/C inverter. ....   | 88  |
| Tabla 17. Consumo eléctrico de aires acondicionado con cortasoles y sin cortasoles<br>en el edificio FIA..... | 92  |
| Tabla 18. Matriz de objetivos y metas para el edificio administrativo FIA. ....                               | 94  |
| Tabla 19 Codificación de los procedimientos y registros del SGE.....  | 111 |
| Tabla 20. Horarios de operación de equipos eléctricos en el edificio .....                                    | 120 |
| Tabla 21. Equipo eléctrico en zona 1, nivel 1.....  | 138 |
| Tabla 23. Equipo eléctrico zona 3, nivel 1.....   | 138 |
| Tabla 22. Equipo eléctrico zona 2, nivel 1. ....  | 138 |
| Tabla 25. Equipo eléctrico zona 4, nivel 1. ....  | 139 |
| Tabla 24 Equipo eléctrico zona 5, nivel 1. ....   | 139 |
| Tabla 26. Equipo eléctrico zona 6, nivel 1.....   | 139 |
| Tabla 27. Equipo eléctrico zona 2, nivel 2.....   | 140 |
| Tabla 28. Equipo eléctrico zona 1, nivel 2 .....  | 141 |
| Tabla 29 Equipo eléctrico zona 1, nivel 2 .....   | 141 |
| Tabla 30 Equipo eléctrico zona 1, nivel 2 .....   | 141 |
| Tabla 33 Equipo eléctrico zona 3, nivel 2 .....   | 142 |
| Tabla 31. Equipo eléctrico pasillo, nivel 2 .....   | 142 |
| Tabla 32. Equipo eléctrico zona 3, nivel 2 .....  | 143 |
| Tabla 34. Equipo eléctrico zona 4, nivel 2 .....  | 143 |
| Tabla 35. Equipo eléctrico zona 1, nivel 3.....   | 146 |
| Tabla 36 Equipo eléctrico zona 2, nivel 3.....  | 146 |
| Tabla 37. Equipo eléctrico pasillo, nivel 3.....  | 146 |

|   |     |
|---|-----|
| Tabla 38. Equipo eléctrico zona 3, nivel 3.....                   | 147 |
| Tabla 39. Equipo eléctrico zona 3, nivel 3.....                   | 147 |
| Tabla 40. Equipo eléctrico zona 4, nivel 3. ....                  | 148 |
| Tabla 41. Equipo eléctrico zona 5, nivel 3 .....                  | 148 |
| Tabla 42. Equipo eléctrico zona 5, nivel 3.....                   | 148 |
| Tabla 43. Distribución de personas por zonas en los niveles. .... | 150 |

## Índice de gráficos.

|  |    |
|--|----|
| Gráfico 1. Consumo de energía eléctrica del mes de enero 2015 en el edificio. ....             | 49 |
| Gráfico 2. Consumo de energía eléctrica del mes de febrero 2015 en el edificio. ....           | 49 |
| Gráfico 3. Grafica del consumo de energía eléctrica del mes de marzo 2015 en el edificio. .... | 50 |
| Gráfico 4. Diagrama de Pareto .....  | 52 |
| Gráfico 5. Comparación grafica de la demanda real y demanda simulada .....                     | 68 |
| Gráfico 6. Comparación A/C inverter vs A/C actuales. Nivel 1, zona 1 .....                     | 82 |
| Gráfico 7. Comparación A/C inverter vs A/C actuales. Nivel 1, zona 5.....                      | 83 |
| Gráfico 8. Comparación A/C inverter vs A/C actuales. Nivel 2, zona 2.....                      | 84 |
| Gráfico 9. Comparación A/C inverter vs A/C actuales. Nivel 2, zona 3.....                      | 84 |
| Gráfico 10. Radiación sin cortasoles. ....   | 91 |
| Gráfico 11. Grafica de radiación de superficie con cortasoles. ....                            | 91 |

---

## ACRÓNIMOS

---

**UES:** Universidad de El Salvador.

**CSU:** Consejo superior Universitario

**AGU:** Asamblea General Universitaria

**FIA:** Facultad de Ingeniería y Arquitectura

**CNE:** Consejo Nacional de Energía.

**EE:** Eficiencia Energética.

**MINEC:** Ministerio de Economía.

**MARN:** Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales

**SGE:** Sistema de Gestión de la Energía.

**IDE:** Indicadores de Desempeño,

**NTS:** Norma Técnica Salvadoreña.

**LACAP:** Ley de Adquisiciones y Contrataciones de la Administración Pública

**UACI:** Unidad de Adquisiciones y contrataciones Institucional

**UDF:** Unidad de Desarrollo Físico

**EER:** Energy Efficiency Ratio

---

## INTRODUCCIÓN

---

La NTS ISO 50001:2011 establece los requisitos mínimos que debe de tener una organización para implementar un sistema de gestión de la energía. Esta norma contribuye a la mejora del desempeño energético, aumentar la eficiencia y reducir los impactos ambientales.

La aplicación de la NTS ISO 50001:2011 es aplicable a organizaciones de todo tipo y tamaño. La implementación del sistema de gestión de la energía dependerá del compromiso adquirido en todos los niveles de la organización y sobre todo, de la alta dirección.

En este estudio se utilizó la Norma Técnica Salvadoreña ISO 50001:2011 “Sistemas de gestión de la energía. Requisitos con orientación para su uso”, dicha norma fue presentada el febrero de 2014 por el Organismo Salvadoreño de Normalización (OSN).

El propósito de este estudio es tener un primer acercamiento y sentar las bases para la implementación de un sistema de gestión de la energía en la Facultad de Ingeniería y Arquitectura. Se ha tomado como limite al edificio Administrativo de la facultad ya que es entre todas las edificaciones<sup>1</sup> la que más energía eléctrica consume.

Primeramente en el capítulo 1 se desarrolló el marco conceptual que es necesario comprender para el mejor entendimiento de la norma ISO 50001:2011, así como la descripción de la metodología de investigación usada en este estudio.

En el capítulo 2, se describe la estructura organizativa de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura. Además se mencionan los cargos y número de personas por áreas físicas en el edificio.

Posteriormente en el capítulo 3 se desarrollan todos los requisitos de la norma con sus procedimientos respectivos y registros necesarios para la implementación del sistema de gestión de la energía. Cabe mencionar que en este estudio no están desarrollados los requisitos siguientes: verificación y revisión por la dirección los cuales pueden ser retomados por estudios posteriores tomando como referencia este estudio.

---

<sup>1</sup>TESIS EFICIENCIA ENERGETICA EN LOS EDIFICIOS DE LA FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA DE LA UNIVERISDAD DE EL SALVADOR, PABLO CARTAGENA, 2012.

---

## Capítulo 1: Marco conceptual

---

### 1.1. Generalidades de la Norma ISO 50001.

### 1.2. Antecedentes de la norma ISO 50001.

ISO 50001 se desarrolla a petición de la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (UNIDO) que había reconocido la necesidad de la industria de un estándar internacional como respuesta eficaz al cambio climático y la proliferación de los estándares nacionales de la Gestión de la energía.

La presentación oficial de la Norma ISO 50001 se realizó el 17 de junio de 2011 en el Centro Internacional de Conferencias de Ginebra (CICG).

En El Salvador el 27 de febrero de 2014 el Organismo Salvadoreño de Normalización (OSN) difunde la Norma Técnica Salvadoreña: NTS ISO 50001:2011 “Sistemas de gestión de la energía. Requisitos con orientación para su uso” basada en la norma internacional ISO 50001.

### 1.3. Origen de la ISO 50001.

La propuesta de la ISO busca proveer una estructura de sistemas y procesos necesarios para la mejora del desempeño energético, incluyendo la eficiencia, uso y consumo de la energía.

La ISO 50001 se basa en el modelo ISO de sistemas de gestión, que permite a una organización definir una estructura probada para lograr la mejora continua en sus procedimientos y procesos. Especifica los requisitos para establecer, implementar, mantener y mejorar un Sistema de Gestión de Energía, con el propósito de permitir a una organización contar con un enfoque sistemático para alcanzar una mejora continua en su desempeño energético, incluyendo la eficiencia energética, el uso y el consumo de la energía.

La ISO 50001 unifica dos estándares, como son la ISO 14001 e ISO 9001. La primera corresponde al estándar de gestión ambiental. Dicha norma está diseñada para conseguir un equilibrio entre el mantenimiento de la rentabilidad y la reducción de los impactos en el ambiente y, con el apoyo de las organizaciones, es posible alcanzar ambos objetivos. Por otra parte la ISO 9001 que determina los requisitos para un Sistema de Gestión de la Calidad (SGC), que pueden utilizarse para su aplicación interna por las organizaciones, sin importar si el producto o servicio lo brinda una

organización pública o empresa privada, cualquiera que sea su tamaño, para su certificación o con fines contractuales. No existía una norma establecida para la correcta gestión de los recursos energéticos e impacto ambiental unificado, razón de la creación de la ISO 50001.

#### 1.4. Estructura de la ISO 50001.

La norma ISO 50001 facilita a las organizaciones, independientemente de su sector de actividad o su tamaño, una herramienta que permite la reducción de los consumos de energía, los costos financieros asociados y las emisiones de gases de efecto invernadero. Su estructura permite su integración con otros sistemas de gestión (Calidad, Medioambiente, Inocuidad de los Alimentos, de Seguridad y Salud Laboral, etc.) ya existentes en la organización. Al igual que otros estándares ISO, la norma de SGE se enmarca en el ciclo de mejoramiento continuo PDCA (Plan, Do, Check, Act = planificar, hacer, verificar, actuar).

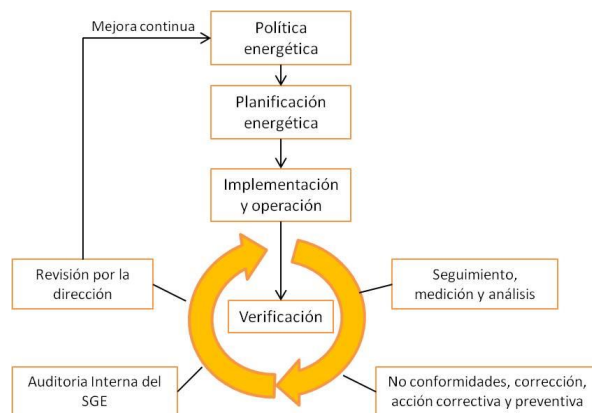


Figura 1. Esquema de mejora continua en la ISO 50001

- Planificar: llevar a cabo una revisión energética y establecer la línea de base, los indicadores de desempeño (IDEn), los objetivos y los planes de acción necesarios para lograr resultados que mejorarán el desempeño energético de acuerdo con la política energética de la organización.
- Hacer: Implementar planes de acción con el fin de controlar y mejorar el desempeño energético.
- Verificar: realizar un seguimiento y medición de los procesos en base a los objetivos y políticas energéticas de la organización así como reportar los resultados.
- Actuar: tomar acciones para el mejorar en forma continua el desempeño energético.

## 1.5. Requerimientos de la norma ISO 50001.

Clasificación de los requerimientos:

- a) Medulares
- b) Estructurales.

Los requerimientos medulares son los procedimientos necesarios para la observar y mejorar el desempeño energético. Entre ellos están:

- ✓ Revisión energética.
- ✓ Línea base energética.
- ✓ Indicadores de desempeño energético.
- ✓ Objetivos energéticos, metas energéticas y planes de acción de gestión de la energía.
- ✓ Control operacional.
- ✓ Diseño.
- ✓ Adquisición de servicios de energía, productos, equipos y energía.
- ✓ Seguimiento, medición y análisis.

Esquema de actividades medulares:

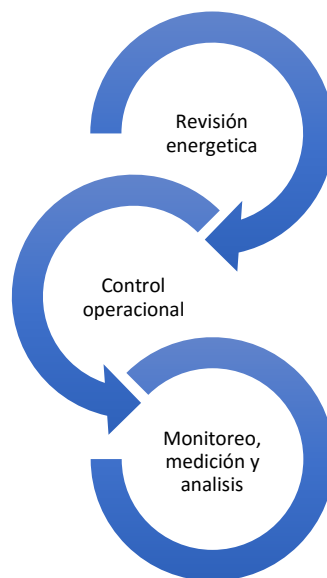


Figura 2. Actividades medulares

Por otra parte los requerimientos estructurales son aquellos que aseguran que las personas de la organización estén conscientes del uso eficiente de la energía. Se obtiene de áreas de apoyo como recursos humanos y área de comunicaciones. Entre dichos requerimientos tenemos:

- ✓ Comunicación.
- ✓ Documentación y registro.
- ✓ Entrenamiento y sensibilización.

Beneficios de la norma:

- ✓ Mejora la gestión de eficiencia energética.
- ✓ Incentiva la concientización y cultura ahorro de energía.
- ✓ Establece un ciclo de mejora continua de procedimientos y procesos.
- ✓ Unifica norma ISO 9001 e ISO 14001.

## **1.6. Metodología de implementación.**

A continuación se muestra el manual de la NTS ISO 50001:2011<sup>2</sup>

### **REQUISITOS DEL SISTEMA DE GESTION DE LA ENERGÍA.**

#### 1. Objeto y campo de aplicación.

Esta Norma Técnica Salvadoreña especifica los requisitos para establecer, implementar, mantener y mejorar un sistema de gestión de la energía, con el propósito de permitir a una organización contar con un enfoque sistemático para alcanzar una mejora continua en su desempeño energético, incluyendo la eficiencia energética, el uso y el consumo de la energía.

#### 2. Referencias normativas

No se citan referencias normativas. Este capítulo se incluye para mantener el mismo orden numérico de los apartados de otras Normas ISO de sistemas de gestión.

#### 3. Términos y definiciones.

Fundamentos y vocabulario usado.

---

<sup>2</sup>Manual NTS ISO 50001:2011, OSN.

#### 4. Requisitos del sistema de gestión de la energía

##### 4.1. Requisitos generales

La organización debe:

- a) Establecer, documentar, implementar, mantener y mejorar un SGEN de acuerdo con los requisitos de esta Norma Técnica Salvadoreña;
- b) Definir y documentar el alcance y los límites de su SGEN;
- c) Determinar cómo cumplirá los requisitos de esta Norma Técnica Salvadoreña con el fin de lograr una mejora continua de su desempeño energético y de su SGEN.

#### **1.7. Responsabilidad de la dirección**

La alta gerencia debe demostrar y asumir compromiso de apoyar el sistema de gestión y de mejorar continuamente.

##### **1.7.1. Alta dirección**

Persona o grupo de personas que dirige y controla una organización al más alto nivel. La alta dirección controla la organización definitiva dentro del alcance y los límites del sistema de gestión de la energía.

Por ejemplo:

- a) Definiendo, estableciendo, implementando y manteniendo una política energética.
- b) Designando un representante de la dirección y aprobando la creación de un equipo de gestión de la energía.
- c) Suministrando los recursos necesarios para establecer, implementar, mantener y mejorar el SGEN y el desempeño energético resultante.

##### **1.7.2. Representante de la dirección.**

La alta dirección debe designar un representante(s) de la dirección con las habilidades y competencias adecuadas, quien, independientemente de otras responsabilidades, tiene la responsabilidad y la autoridad para:

- a) Asegurar que el Sistema de Gestión de Energía (SGEn) se establece, se implementa, se mantiene y se mejora continuamente de acuerdo con los requisitos de esta Norma Técnica Salvadoreña.
- b) identificar a las personas, con la autorización por parte del nivel apropiado de la dirección, para trabajar con el representante de la dirección en el apoyo a las actividades de gestión de la energía.
- c) informar sobre el desempeño energético a la alta dirección.

## **1.8. Política Energética.**

Es un impulsor de la implementación y la mejora de un sistema de gestión de energía. Debe ser concretada con la alta gerencia, mediante un documento firmado que incluya las principales líneas de actuación en materia de gestión de la energía.

Entre los compromisos acordados con la alta gerencia están:

- a) Sea apropiada a la naturaleza y a la magnitud del uso y del consumo de energía de la organización.
- b) Incluya un compromiso de mejora continua del desempeño energético.
- c) Incluya un compromiso para asegurar la disponibilidad de información y de los recursos necesarios para alcanzar los objetivos y las metas.

## **1.9. Planificación energética.**

### **1.9.1. Generalidades**

Para implementar el Sistema de Gestión de Energía, es necesario realizar y documentar una planificación energética. Debe de ser coherente con la política energética y conducir de manera continua a la mejora del desempeño energético.

### **1.9.2. Requisitos legales y otros requisitos.**

Su principal objetivo de este apartado es diseñar y aplicar una metodología que permita identificar y registrar los requerimientos legales aplicables en materia de energía.

La organización debe determinar cómo se aplican estos requisitos a su uso y consumo de la energía, y a su eficiencia energética, y debe asegurar que estos requisitos legales y otros requisitos que la organización suscriba se tengan en cuenta al establecer, implementar y mantener el SGen.

### **1.9.3. Revisión energética.**

Es un proceso de desarrollo y análisis del perfil energético de la organización que da soporte a la planificación energética. Su principal objetivo es analizar los usos, consumo y desempeño energético y las variables que lo impactan para conocer de manera se pueden mejorar.

### **1.9.4. Línea base energética.**

Es imprescindible para establecer una línea base energética de la organización o empresa que representa el comportamiento energético actual. Los cambios en el desempeño energético deben medirse en relación a la línea de base energética.

### **1.9.5. Indicadores de desempeño energético.**

Son medidas o parámetros cuantificables del desempeño energético de la organización que generalmente son parámetros medidos (kW). Los indicadores de desempeño deben revisarse y compararse con la línea de base energética de forma apropiada.

#### **4.4.6 Objetivos energéticos, metas energéticas y planes de acción para la gestión de la energía.**

El objetivo es definir las metas y planes de acción en función de los resultados de la auditoría energética con el fin de mejorar el uso y consumo energético. Deben establecerse plazos para el logro de los objetivos y metas.

#### **1.10. Implementación y operación.**

##### **1.10.1. Generalidades.**

La organización debe utilizar los planes de acción y los otros elementos resultantes del proceso de planificación para la implementación y la operación.

##### **1.10.2. Competencia, formación y toma de conciencia.**

La organización debe asegurarse que todo el personal involucrado con usos significativos de energía, sea competente tomando como base una educación, formación, habilidades o experiencia adecuadas.

##### **1.10.3. Comunicación.**

La organización debe comunicar internamente la información relacionada con su desempeño energético y su SGE. Esta etapa consiste en desarrollar mecanismos de comunicación interna que permitan entregar información respecto al SGE a todas las áreas de la organización.

##### **1.10.4. Documentación.**

###### **1.10.4.1. Requisitos de la documentación.**

Es importante establecer una estructura y formato al inicio de la implementación que permita una fácil identificación, que permita una fácil identificación y diversas consideraciones generales, que se deben definir en las etapas. Entre alguna documentación que el SGE debe incluir está: la política energética, tamaño de la organización y tipo de actividades, la complejidad de los procesos y sus interacciones, etc.

#### **1.10.4.2. Control de los documentos.**

Su objetivo es definir los criterios para los que la empresa deberá operar en el marco del SGE manteniendo como uno de sus focos el mejoramiento continuo.

#### **4.5.6 Diseño**

Se debe de considerar el diseño de una nueva instalación, modificarla o renovadas de equipos, sistemas y procesos para mejorar el impacto de su desempeño energético.

#### **4.5.7 Adquisición de servicios de energía, productos, equipos y energía.**

En este apartado se plantean la adquisición de servicios de energía, productos, equipos y energía con el fin de lograr un impacto en el uso significativo de la energía.

La organización debe definir y documentar las especificaciones de adquisición de energía, cuando sea aplicable, para el uso eficaz de la energía.

#### **4.6 Verificación.**

##### **4.6.1 Seguimiento, medición y análisis.**

La organización debe asegurar que las características clave de sus operaciones que determinan el desempeño energético se sigan, se midan y se analicen a intervalos planificados.

Debe definirse e implementarse un plan de medición energética apropiado al tamaño y complejidad de la organización y a su equipamiento de seguimiento y medición.

La organización debe investigar y responder a desviaciones significativas del desempeño energético. Los resultados de estas actividades deben mantenerse.

##### **4.6.2 Evaluación del cumplimiento de los requisitos legales y de otros requisitos.**

La organización debe evaluar, a intervalos planificados, el cumplimiento de los requisitos legales relacionados con el consumo y uso de la energía.

##### **4.6.3 Auditoria interna del sistema de gestión de la energía.**

El objetivo de realizar procedimientos de auditorías internas es establecer los controles sistemáticos que aseguren que los SGE funcionan de acuerdo a lo planeado y definido por las empresas.

Deben mantenerse registros de los resultados de las auditorias e informar a la alta dirección.

#### **4.6.4 No conformidades, correcciones, accione correctiva y acción preventiva.**

La organización debe tratar las no conformidades reales y potenciales haciendo correcciones, y tomando acciones correctivas y preventivas, entre ellas:

- a) Revisión de no conformidades reales o potenciales.
- b) Determinación de las causas de las no conformidades reales o potenciales.
- c) Evaluación de la necesidad de acciones para asegurar que las no conformidades, no ocurran o no vuelvan a ocurrir

#### **4.6.5 Control de los registros.**

La organización debe de mantener aquellos registros que den legitimidad de la conformidad con los SGE para demostrar los resultados logrados en su desempeño energético.

#### **4.7 Revisión por la dirección.**

##### **4.7.1 Generalidades.**

La alta gerencia debe realizar una revisión periódica con el fin de asegurar que el SGE es adecuado a la organización y efectivo en su ejecución.

##### **4.7.2 Información de entrada para la revisión por la dirección.**

La organización debe de implementar un seguimiento y revisión de la SGE. Esta revisión consiste en analizar los resultados del sistema de gestión y en la toma de decisiones para actuar y promover la mejora continua.

##### **4.7.3 Resultados de la revisión por la dirección.**

Los resultados de la revisión por la dirección deben incluir todas las decisiones y acciones relacionadas con:

- a) Cambios en el desempeño energético de la organización.
- b) Cambios en la política energética.
- c) Cambios en los IDE.
- d) Cambios en los objetivos, metas u otros elementos del sistema de gestión de la energía, coherentes con el compromiso de la organización con la mejora continua.
- e) Cambios en la asignación de recursos.

#### **1.7. Metodología de investigación.**

### 1.7.1. Metodología para la elaboración del diagnóstico.



Figura 3 Metodología de diagnóstico

Fuentes de información utilizadas:

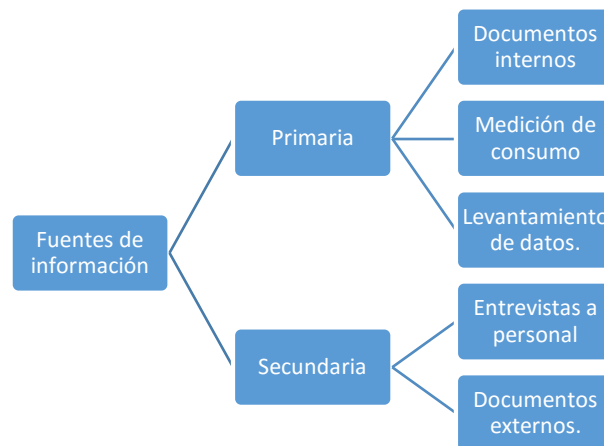


Figura 4. Diagrama de fuentes de información

### 1.7.2. Esquema de la metodología para la elaboración del diagnóstico.

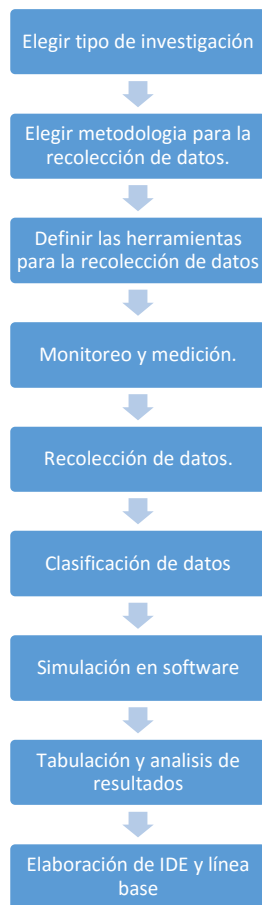


Figura 5. Diagrama de pasos para la elaboración de diagnóstico.

### 1.7.3. Determinación del tipo de investigación.

Para la etapa de diagnóstico o determinación de la línea base se usará la *investigación descriptiva*.

### 1.7.4. Investigación descriptiva.

Para realizar el diagnóstico en el edificio administrativo de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura (FIA) que será el edificio modelo para la implementación de la norma, se aplicó el método de investigación descriptiva el cual tiene como propósito del investigador es describir situaciones y eventos. Esto es, decir cómo es y se manifiesta determinado fenómeno. Los estudios descriptivos buscan especificar las propiedades importantes de personas, grupos, comunidades o cualquier otro fenómeno que sea

sometido a análisis, miden o evalúan diversos aspectos, dimensiones o componentes del fenómeno o fenómenos a investigar. Desde el punto de vista científico, describir es medir.

Este método relaciona condiciones existentes, prácticas que tienen validez, puntos de vista y procesos. Los estudios descriptivos se centran en medir los explicativos en descubrir. El investigador debe definir que va a medir en esta investigación en particular se midió el consumo de energía eléctrica del edificio.

Expresión de datos de la investigación descriptiva:

Los datos descriptivos se expresan en términos cualitativos y cuantitativos. Se puede utilizar uno de ellos o ambos a la vez.

- Cualitativos (mediante símbolos verbales): Se usan en estudios cuyo objetivo es examinar la naturaleza general de los fenómenos.
- Cuantitativos (por medio de símbolos matemáticos): Los símbolos numéricos que se utilizan para la exposición de los datos provienen de un cálculo o medición. Se pueden medir las diferentes unidades, elementos o categorías identificables.

#### **1.7.5. Fuentes de información**

Para la obtención de datos se utilizarán las fuentes de información que se considere pertinente tanto fuentes primarias como secundarias, a continuación se describe brevemente cada una de ellas:

- Fuentes de información primaria: serán las fuentes de información de primera mano, medición de consumo eléctrico, recolección de parámetros del edificio como son número de personas en cada área de trabajo, cantidad y tipo de equipos eléctricos utilizados, etc.
- Fuentes de información secundarias: se consultará la documentación que se considere pertinente tanto las normas ISO referentes a la gestión de la energía, como la documentación legal, políticas de gestión de la energía implementadas, etc.

#### **1.7.6. Métodos para la recolección de datos.**

- **Observación.**

Se utilizó este método para el levantamiento de datos del edificio. Específicamente se cuantificó el equipo eléctrico instalado en el edificio administrativo.

- **Medición.**

La base fundamental para la elaboración de la línea base o diagnóstico del edificio fue la medición de parámetros eléctricos como el consumo de energía eléctrica total del edificio para un periodo específico, como muestra.

#### **1.7.7. Campo de aplicación del a norma ISO 50001:2011.**

##### **Alcances y límites<sup>3</sup>.**

Según la norma ISO 50001:2011, define los límites como los límites físicos o límites organizacionales por lo tanto para este estudio, la organización, es decir la Facultad de Ingeniería y Arquitectura define como límite al edificio de administración académica y a su vez tendrá como objeto de estudio los procesos de consumo de energía eléctrica más significativos<sup>4</sup> como son los aires acondicionados, equipo eléctrico y luminarias.

El alcance, se define para esta organización y estudio como la energía eléctrica utilizada para el consumo dentro de la organización.

---

<sup>3</sup>Manual NTS ISO 50001:2011, Términos y definiciones, página 1.

<sup>4</sup>Esto se demostró en la tesis de Pablo Cartagena (2012) "EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LOS EDIFICIOS DE LA FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA DE LA UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR", página 60.

---

## Capítulo 2: Antecedentes

---

### 2. Descripción del edificio Administrativo de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura.

En este estudio se analizará el edificio tomando en cuenta todas las áreas que contiene sin embargo se identificarán procesos independientes, priorizando en los que tienen mayor impacto y alcance en el sistema de gestión de la energía que se desea implementar.

Los criterios fueron establecidos de tal manera que se pueda identificar cuáles de los procesos tienen un mayor impacto en el modelo de gestión de la energía a implementar así también como en la política energética.

#### 2.1. Características de las áreas del edificio administrativo.

##### Facultad de Ingeniería y Arquitectura.

**Misión:** desarrollar eficientemente y de conformidad con el reglamento académico, los procesos de registro académico y de matrícula de los estudiantes, ejerciendo la función de registro institucional y de custodia de la información y documentación académica, debiendo llevar datos estadísticos.

**Visión:** La unidad de registro académico ejecutara sus procesos académicos empleando sistemas de información de avanzada para el manejo de carga académica y matrícula con personal altamente calificado y motivado para desarrollar sus funciones.

**Objetivo:** llevar control eficiente de los estudiantes garantizando el manejo y conservación de los registros académicos, así como la correcta aplicación del reglamento estudiantil.

### 2.1.1 Estructura organizativa de la administración académica.

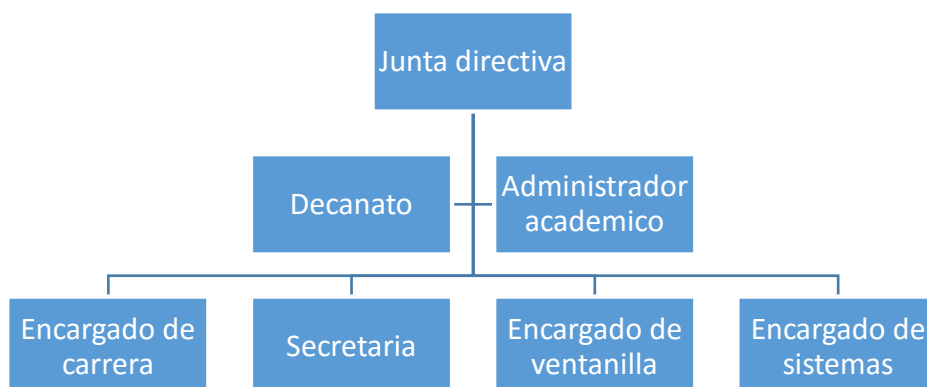


Figura 6. Descripción de la estructura administrativa en el edificio

### 2.1.2. Personal y cargo por área.

Se realizó investigación visual para determinar la cantidad de personas, equipos y áreas que existen en el edificio.

- Primer nivel

| Área                                 | Cantidad Personas   | Sección    | Cargo                   |
|--------------------------------------|---|------------|-------------------------|
| <b>Impresiones</b>                   | 2 personas  | 1 oficina  | 2 Técnicos sacar copias |
| <b>Colecturía</b>                    | 2 personas  | 1 oficina  | 2 Técnicos              |
| <b>Académica</b>                     | 2 personas  | 1 oficina  | 2 técnicos              |
| <b>Gerencia informática (FIANET)</b> | 2 personas  | 1 oficina  | Encargado, asistente    |
| <b>Infocentro</b>                    | Lunes a viernes (indefinidos), sábado 20 personas hasta las 12 pm. Capacidad máxima de 24 personas. | 3 oficinas | Estudiantes             |

Tabla 1. Descripción del primer nivel del edificio.

- Segundo nivel.

| Área                            | Cantidad de personas | Sección             | Cargos.   |
|---------------------------------|----------------------|---------------------|---|
| Escuela posgrado                | 3 personas           | 3 oficinas          | Jefe, secretaria e ingeniero.   |
| Unidad de investigación         | 1 persona            | 1 oficina           | Director  |
| Unidad financiera               | 6 personas           | 1 oficina           | Contadora, 2 auxiliares, jefe de mantenimiento, activo fijo, secretaria |
| Sala de sesiones de posgrados   | Indefinidas          |                     |   |
| Encargado de sistema            | 1 persona            | 1 oficina           | académica   |
| Administrador académico         | 1 persona            | 1 oficina           | Jefe  |
| Académica                       | 4 personas           | 1 oficina           | 4 secretarias   |
| Intendente                      | 1 persona            | 1 oficina           | Jefe  |
| Coordinador diplomado geotermia | 1 persona            | 1 oficina           | Jefe  |
| Jefe financiero                 | 1 persona            | 1 oficina           | Jefe  |
| Personal de servicio            | 1 persona            | Para el nivel 1 y 2 | Pasillos sacar copias   |

Tabla 2. Descripción del segundo nivel del edificio.

- Tercer nivel

| Área                  | Cantidad de personas | Sección         | Cargos                 |
|-----------------------|----------------------|-----------------|------------------------|
| Decanato              | 2 personas           | 2 oficinas      | Decano, secretaria     |
| Area de planificacion | 2 personas           | 1 oficinas      | Jefe, secretaria       |
| vicecanato            | 2 personas           | 2 oficinas      | Vicedecano, secretaria |
| Secretaria            | 3 personas           | 2 oficinas      | Jefe, 2 secretarias    |
| Personal de servicio  | 1 persona            | Todo el pasillo | Oficios varios.        |
| Sala de reuniones     | indefinidas          | -               | -                      |

Tabla 3. Descripción del tercer nivel del edificio.

## **2.2. Situación actual del edificio administrativo de la FIA y de la organización.**

### **2.2.1. Investigación preliminar.**

#### **Problemas detectados en la organización y el edificio.**

- No existen formularios estándar, cada unidad laboran los suyos adaptándolos a sus necesidades.
- Actualmente no se está implementando ningún sistema de gestión de energía.
- Actualmente no existen campañas de concientización de cultura de ahorro de energía.
- Equipos eléctricos con eficiencia energética baja.

---

## Capítulo 3: Requisitos del sistema de gestión de la energía.

---

### 1. Requisitos generales.

La organización debe:

- Establecer, documentar, implementar, mantener y mejorar un sistema de gestión de la energía de acuerdo con los requisitos de la norma.
- Definir y documentar el alcance y límites de su sistema de gestión de la energía.
- Determinar cómo cumplirá los requisitos de la norma con el fin de lograr una mejora continua de su desempeño energético.

### 3. Elección del representante de la alta dirección.

Uno de los requisitos de la NTS ISO 50001:2011, es elegir un representante de la alta dirección quien será el responsable del funcionamiento y coordinación del sistema de gestión de la energía dentro la facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de El Salvador.

Se propone como representante para la implementación de la NTS ISO 50001:2011, al actual coordinador del “Comité de Eficiencia Energética de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de El Salvador”. La alta dirección en este estudio es considera el decano y su junta directiva.

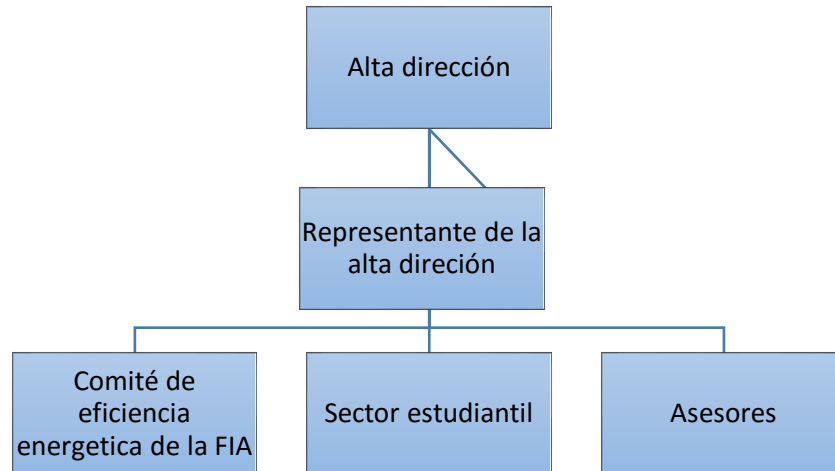


Figura 7. Estructura del SGE en la organización.

### 3.1. Responsabilidades de la alta dirección.

La alta dirección debe demostrar su compromiso de apoyar el sistema de gestión de la energía y de mejorar continuamente su eficacia. Entre los más importantes tenemos:

- Definiendo, estableciendo, implementando y manteniendo una política energética.
- Designando un representante de la alta dirección y probando la creación de un equipo de gestión de la energía.
- Identificando el alcance y los límites de ser cubiertos por el sistema de gestión de la energía.
- Asegurando que los indicadores de desempeño son apropiados para la organización.
- Asegurando que se establezcan los objetivos y metas energéticas.
- Realizando revisiones por la dirección.
- Suministrando los recursos humanos, tecnológicos y financieros necesarios para establecer, mantener y mejorar el sistema de gestión de la energía.
- Realizar campañas de comunicación donde se dé a conocer la importancia del sistema de gestión de la energía.

### **3.2. Funciones del representante de la alta dirección.**

Las funciones del representante de la alta dirección serán:

- Actuar como ente de enlace entre la alta dirección y el Sistema de Gestión de la energía.
- Presidir las reuniones del comité de eficiencia energética de la facultad.
- Asegurarse que se establezcan, implementen y mantengan los procesos de gestión de energía propios del Sistema de Gestión de la energía.
- Garantizar la toma de conciencia de los requisitos del usuario en todos los niveles de la organización.
- Coordinar los trabajos de planeación y del seguimiento del desempeño del Sistema de Gestión de la energía a través del comité de eficiencia energética de la facultad.
- Rendir informes de avance de la implantación del Sistema de Gestión de la energía a los miembros de comité de eficiencia energética de la facultad.

### **3.3. Formación del comité de gestión de la energía.**

La Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de El Salvador cuenta con un “Comité de eficiencia energética de la facultad de ingeniería y arquitectura de la Universidad de El Salvador”, el cual será el encargado de impulsar el SGE.

#### **2.3.1 Estructura del comité de gestión de la energía.**

El comité ya existente de eficiencia energética de la facultad de ingeniería y arquitectura mantendrá su estructura ya definida según el acuerdo *JF-084/2009*.<sup>5</sup>

#### **3.3.2. Funciones generales del comité de gestión de la energía.**

Se mencionan algunas responsabilidades que tendrá el comité de gestión de la energía, sin embargo, dentro de cada procedimientos posteriormente descritos en este estudio estarán las responsabilidades específicas del comité.

Entre las más importantes tenemos:

- Revisar en intervalos definidos el sistema de la energía.

Enfocarse en la aportación de ideas para solucionar los problemas.

---

<sup>5</sup>Acuerdo JF-084/2009, de la Sesión de Junta Directiva No. 37 /2009/5, Punto VI-6.2.

- Prestar consultoría técnica al representante de la alta dirección.
- Fomentar la participación y modelar a los integrantes del equipo de mejora cumpliendo con sus compromisos del plan.
- Elegir en conjunto con la dirección al representante de la alta dirección que se encargará de la coordinación del sistema de gestión de energía.
- Hacer propuestas de mejora en el sistema de gestión de la energía
- Identificar áreas de oportunidad de mejora.
- Capacitar al personal de su área en ISO 50001.
- Definir las acciones que resuelvan las no conformidades de las auditorías.
- Elaborar bitácoras o minutas de las sesiones.
- Participar en la sensibilización del personal a su cargo.
- Velar por el cumplimiento de los aspectos estratégicos del SGE.
- Comunicar y motivar al interior de su Dirección la implantación del Sistema de gestión de la energía, así como difundir la política y objetivos definidos.
- Informar al representante de la Alta Dirección sobre el funcionamiento del Sistema de gestión de la energía de la unidad a su cargo.
- Velar y apoyar el desarrollo adecuado del proceso de mejora continua.

#### **4. Política energética en El Salvador.**

##### **4.1. Antecedentes.**

*Respecto a los procesos de reforma en el sector eléctrico, el primer componente fue la Ley de Creación de la Superintendencia General de Electricidad y Telecomunicaciones, SIGET, y la Ley General de Electricidad, ambas aprobadas por la Asamblea Legislativa en 1996.*

El otro componente de la reforma eléctrica fue la descomposición de las empresas del estado que operaban en el sector eléctrico. Este proceso empezó con la privatización de las empresas distribuidoras de electricidad en enero de 1998 y después las empresas de sector térmico en 1999. *Posteriormente, en junio de 2002, se logró un acuerdo para que una empresa transnacional capitalizara inversiones en la generadora estatal geotérmica*

## 4.2. Política Energética Nacional y Agenda del Cambio Climático

En las últimas décadas, como resultado de investigaciones científicas en el mundo y de los hallazgos del Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC) se ha puesto en evidencia la necesidad de realizar cambios en los métodos tradicionales de producción y utilización de energía.

De acuerdo a estudios<sup>6</sup> recientes de organizaciones ambientalistas internacionales<sup>5</sup>, si globalmente se continua demandando y consumiendo los recursos naturales y materiales al paso que actualmente se lleva, para el año 2050, se necesitarán los recursos naturales de dos planetas Tierra para poder suplir los insumos necesarios que la sociedad global demande en dicho año.

### 4.2.1. Principios y Objetivos de la Política Energética

- *Principios.*
  - La energía es un bien público por lo cual el estado debe de garantizar el acceso a toda la población para el uso de esta.
  - La política energética es una especificación particular de la política nacional de desarrollo.
  - La política energética nacional es un emprendimiento de mediano y largo plazo la cual debe ir anexa a un plan de país en la cual deben de participar el estado y la inversión privada
  
- *Objetivos.*
  - Garantizar un abastecimiento de energía, continuo, de calidad y a precios razonables.
  - Dar una participación activa al estado en el desarrollo energético, fortaleciendo el marco institucional y legal que promueva y oriente el desarrollo.
  - Reducir la dependencia energética del petróleo, promoviendo las fuentes de energías renovables, la cultura de consumo de energía y promoción de tecnologías.
  - Minimizar los impactos ambientales y sociales de los energéticos.

---

<sup>6</sup>Estudios del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático

#### **4.2.2. Política de austeridad nacional.**

En 2012 el gobierno de El Salvador impulso el decreto No. 78 el cual tiene como objetivo regular el gasto público en diversas áreas. Para motivos de este estudio es importante la regulación que interpone el decreto en los *servicios básicos*, entre ellos la energía eléctrica.

El apartado #3 de dicho decreto, sección *servicios básicos*, menciona lo siguiente:

- Hacer uso racional de la energía eléctrica, evitando mantener lámparas encendidas en oficinas o instalaciones con suficiente iluminación natural y apagando aquéllas que no estén siendo utilizadas; además, se deberá regular el uso de equipo de alimentación eléctrica como cafeteras, oasis y en especial, los equipos de aire acondicionado en lugares que cuenten con ventilación natural, en horas no laborales y a las temperaturas de funcionamiento razonables, procurando que el consumo y la capacidad contratada del suministro de energía eléctrica sea acorde con la demanda institucional. De forma complementaria y en el marco de las medidas propuestas por el Consejo Nacional de Energía CNE, según las atribuciones establecidas en su Ley de Creación, se debe impulsar la conformación del Comité de Eficiencia Energética Institucional, a fin que éste pueda coordinar la implementación y adopción de acciones y medidas adicionales para el uso eficiente de la energía eléctrica en las instituciones públicas.

#### **4.3. Política energética en la Facultad de Ingeniería y Arquitectura.**

- **Situación actual.**

La facultad de ingeniería y arquitectura de la Universidad de El Salvador, particularmente el edificio administrativo no cuenta con una política energética definida, sin embargo cuenta con un “Comité de eficiencia energética de la facultad de ingeniería y arquitectura de la Universidad de El Salvador” según el acuerdo *JF-084/2009*.<sup>7</sup>

Conformado de la siguiente manera:

- Decano FIA – Presidente
- Vicedecano FIA – Vicepresidente.
- Secretario del comité técnico asesor – Secretario.

---

<sup>7</sup> Punto VI-6.2, de la Sesión de Junta Directiva No. 37/2009/5

- Jefe de la unidad de planificación – vocal y coordinador.
- Asesores.
- Colaboradores invitados.

#### **4.3.1. Requisitos de una política energética.**

Una política energética debe cumplir con los siguientes requisitos:

- Debe estar formulada de manera concreta como para poder deducir de ella metas relacionadas al uso de energía
- Debe estar alineada en un largo plazo
- Debe tener un carácter dinámico e incluir visiones que no deben ser ajenas a la realidad

#### **4.4. Propuesta de política energética en el edificio de Administración de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura.**

Es un requerimiento de la NTS ISO 50001:2011 que la organización tenga una política energética, en este caso en particular la política energética existente es una disposición de la Universidad de El Salvador para todas facultades que esta contiene, sin embargo, es necesario implementar una política en particular o específica para la facultad de Ingeniería y Arquitectura.

### **Política de gestión de la energía en la Facultad de Ingeniería y Arquitectura.**

*La Facultad de Ingeniería y Arquitectura, es consciente del cumplimiento de su misión y visión no solo se debe orientar en el beneficio del mejor servicio hacia los estudiando y la universidad, sino a mantener un equilibrio en materia social y ambiental. Por este motivo, se adquiere el compromiso con la mejora del desempeño energético, haciendo énfasis en el ahorro y la eficiencia para contribuir a la protección del medio ambiente, mediante la reducción del consumo de energía eléctrica.*

*La Facultad de Ingeniería y Arquitectura, dispone de un equipo de consultores y comité de eficiencia energética que tiene los equipos, herramientas informáticas, criterio y metodología de trabajo que hacen posible el análisis del consumo energético y la evaluación del consumo óptimo que permita satisfacer las mismas necesidades con un menor consumo de energía, consiguiendo así un ahorro considerable y una mayor eficiencia energética.*

*La junta directiva de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura y el comité de eficiencia energética apuesta por alcanzar un desempeño energético en el edificio de administración académica, adquiriendo los siguientes compromisos:*

- 1. Adquirir el compromiso de mejora continua del desempeño energético.*
- 2. Impulsar el uso eficiente de la energía y ahorro energético mediante el empleo de técnicas de ahorro en sus instalaciones.*
- 3. Implantar tecnologías y mejorar las existentes para consumir energía en las instalaciones de manera más eficiente.*
- 4. Mejorar la cultura y hábitos de consumo de energía eléctrica, en los trabajadores que pertenecen al edificio de administración académica.*
- 5. Apoyar la compra de productos eficientes en energía eléctrica con el fin de mejorar el rendimiento energético.*
- 6. Adquirir el compromiso de cumplir con los requisitos aplicables, relacionados con sus usos y consumos de energía eléctrica.*

---

*Decano de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura*

*Universidad de El Salvador, San Salvador, 2015.*

Sin embargo por la realidad que enfrenta la FIA-UES, la política energética simplificada es:

*“La mejora continua del desempeño energético mediante el mejoramiento de hábitos de consumo de energía en los trabajadores y cualquiera de las personas ajenas a la facultad e implantar tecnologías y mejorar las existentes para mejorar la eficiencia energética”*

## 5. Planificación energética.

### 5.1. Generalidades.

Para implementar un sistema de gestión de la energía en la FIA, es necesario realizar una revisión energética bien estructurada en la que se deben de tomar en cuenta aspectos relacionados con el uso y consumo energético en el edificio.

- Esquema procesos de la planificación energética:

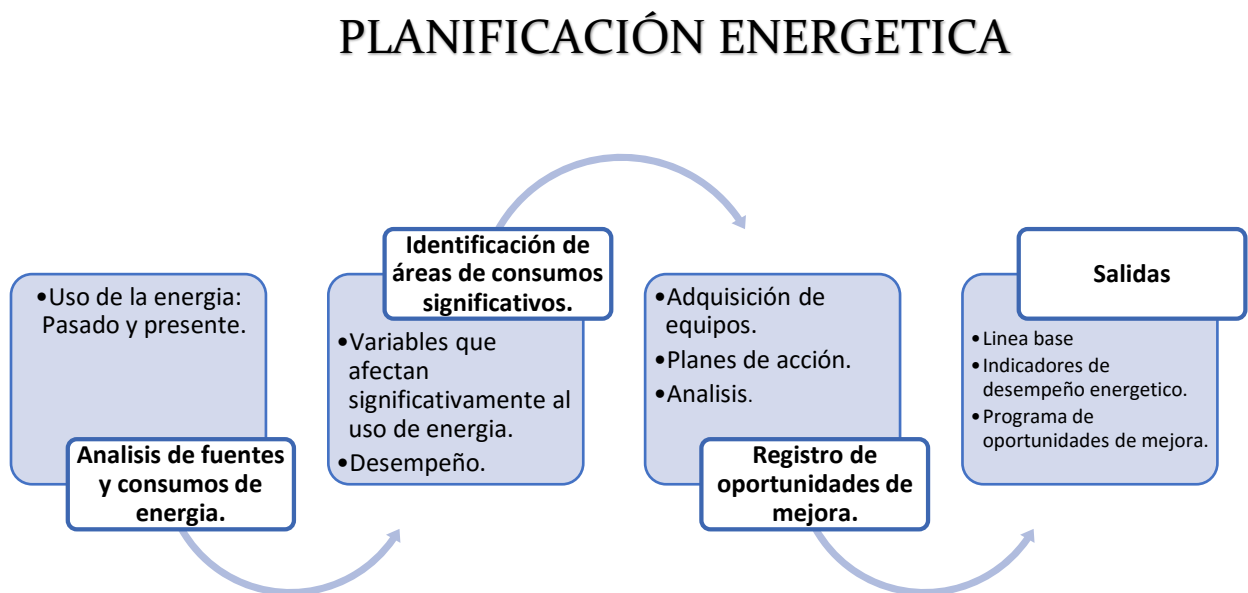


Figura 8. Esquema de procesos de planificación energética.

## **5.2. Requisitos legales.**

Es de vital importancia el cumplimiento de los requerimientos legales aplicables en materia de energía antes de poder implementar el sistema de gestión de la energía en la organización.

Para este estudio se tomarán en cuenta todos aquellos requisitos legales aplicables a la eficiencia energética para edificios públicos y de autónomas.

### **5.2.1. Generalidades.**

#### **ISO 50001:2011 en El Salvador.**

El 27 de febrero de 2014 el Organismo Salvadoreño de Normalización (OSN) presenta oficialmente la norma NTS ISO 50001:2011 con el propósito de brindar a las instituciones públicas y privadas de una herramienta para el control de procesos en materia de energía, específicamente, eficiencia energética. La implementación de esta Norma Técnica Salvadoreña está destinada a conducir la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero y de otros impactos ambientales relacionados, así como de los costos de la energía a través de una gestión sistemática de la energía.

Todos los sectores, que participaron en el comité técnico involucrado en su elaboración, tuvieron la oportunidad de discutirla, analizarla y consensuarla para adaptarla a la realidad del país.

#### **Anteproyecto de ley de eficiencia energética.**

El 31 de marzo de 2014 el Ministerio de Economía en conjunto con el Consejo Nacional de la Energía presentaron un anteproyecto de ley de eficiencia energética ante la asamblea legislativa.

Luego de la puesta en marcha del CNE en 2009, se elaboró la Política Energética Nacional que, además del cambio de la matriz energética por medio de la incorporación de la Energía Renovable, estipula la “Promoción de una Cultura de Eficiencia y Ahorro Energético”.

El anteproyecto tiene como objetivo el promover la eficiencia energética con el fin de disminuir la cantidad de energía utilizada en el sector industrial y residencial manteniendo la calidad y productividad. Además, el anteproyecto persigue convertirse en la herramienta legal que garantice la sostenibilidad de todas las acciones orientadas a la Eficiencia Energética. Así también facultar al CNE para la promoción, la coordinación y la ejecución de acciones en el área de Eficiencia Energética, regulando su cumplimiento.

En el sector público se legalizan los comités de eficiencia energética en las instituciones del estado y en el sector privado se tiene como iniciativa realizar estudios

para priorizar las áreas de acción, tiempos, etc. Para la realización de planes para el ahorro energético.

#### **5.2.2. Ley de Adquisiciones y Contrataciones de la Administración Pública (LACAP).**

La ley de adquisiciones y contrataciones de la administración pública tiene por objeto regular las adquisiciones y contrataciones de obras, bienes y servicios, que deben celebrar las instituciones de la Administración Pública para el cumplimiento de sus fines. Partiendo de la base de que esta es la única ley que regula la adquisición de bienes y servicios en el país, es notorio identificar que los procedimientos se aplican de manera general, de tal forma que no hay procedimientos específicos para la adquisición de bienes y servicios que tiene relación con la energía eléctrica, debido a esto las instituciones gubernamentales contratan los servicios de instalaciones y mantenimiento de equipo eléctrico sin las mínimas consideraciones que se deberían exigir y sin mucho menos los requisitos mínimos de eficiencia energética.

En cuanto a los productos, cuando se realizan las licitaciones, no hay estándares mínimos de eficiencia energética para los productos eléctricos adquiridos y todo se basa en la generalidad de procedimientos que la ley establece.

#### **5.2.3. Política de Austeridad del Sector Público.**

La política de Austeridad del sector público engloba todo el que hacer del estado, pero incluye puntos importantes, como reducir el consumo de energía eléctrica en las instituciones, y que se haga un uso racional de la energía, porque el objetivo de este decreto ejecutivo No. 18 consiste en generar ahorro, impulsando una administración honesta, eficiente y transparente del gasto público, promoviendo que este se ejecute con austeridad y racionalidad. Por tal razón, la disminución del consumo de energía eléctrica, tiene una especial importancia ya que reduce significativamente el gasto público de las instituciones.

#### **5.2.4. Ley Orgánica de la Universidad de El Salvador**

La ley orgánica de la Universidad de El Salvador tiene por objeto establecer los principios y fines generales en que se basara su organización y funcionamiento, de tal forma que basándose en la no existencia de una normativa de ahorro y uso eficiente de energía eléctrica. La Universidad puede promover la creación de una normativa de eficiencia energética a iniciativa de cualquier miembro de la comunidad universitaria, siguiendo los procedimientos establecidos y remitiéndose a los organismos que por ley fueron creados para tales fines.

En base a lo establecido en el Art. 20 de la ley Orgánica de la UES, El Consejo Superior Universitario es el máximo organismo en las funciones administrativas, docente, técnica y disciplinaria de la Universidad, siendo una de sus atribuciones lo

mencionado en el Art. 20, literal ñ que le corresponde elaborar los reglamentos específicos que sean necesarios para la buena marcha de la Universidad y proponerlos a la Asamblea General Universitaria, para su correspondiente aprobación.

Debido a que la Asamblea General Universitaria (AGU) es el máximo organismo normativo y elector de la universidad como lo establece el Art. 16 de esta ley, además en el Art. 19 “atribuciones y deberes”, literal cita que la AGU es puede aprobar el reglamento general de esta Ley y los demás reglamentos generales y específicos de las facultades y dependencias universitarias, así como de sus reformas.

Por tal razón esta ley establece las facultades para que los Órganos de Gobierno puedan promover, aprobar y ejecutar una normativa de ahorro y uso eficiente de energía eléctrica para el beneficio de la comunidad Universitaria.

#### **5.2.5. Reglamento general para la instalación y funcionamiento de servicios esenciales de alimentación, elaboración de documentos y otros servicios afines.**

Este reglamento aprobado por la Asamblea General Universitaria según acuerdo No 32/2003-2005 teniendo por objeto regular la autorización, instalación, funcionamiento y supervisión de establecimientos que presten servicios de alimentación, fotocopias y otros servicios afines que están dentro del campus universitario.

Este reglamento establece en su Art. 7, el uso de servicios básicos como la energía eléctrica, para los locales arrendados, para los cuales no hay un reglamento de cuánto será la tarifa o mediante que procedimientos se establece la tarifa de energía eléctrica para dichos locales, superficialmente este reglamento no está siendo aplicado en cuanto a la tarifa de energía eléctrica de los locales arrendados o por lo menos no está siendo aplicada uniformemente, y a pesar que el consumo de energía eléctrica de dichos locales, no representa un consumo significativo a nivel del consumo general de la Universidad, acciones pequeñas de ahorro aplicadas pueden generar ahorros significativos a largo plazo, es por eso que según el Art. 17 de este reglamento establece que el Consejo Superior Universitario solo podrá exonerar pagos de arrendamiento, no así de las demás obligaciones establecidas en este reglamento. Por tal razón la no aplicación de este reglamento en su totalidad genera pérdidas a la Universidad, dinero que podría ser utilizado para mejoras del campus universitario en materia de eficiencia energética.

#### **Procedimientos Financieros Internos.**

La Universidad de El Salvador como una institución pública, tiene su propia unidad de Adquisiciones y contrataciones institucional, debido a esto todos los servicios, equipos y productos que son adquiridos se basan únicamente en la ley de

adquisiciones y contrataciones de la administración pública, y no teniendo reglamentos internos establecidos para adquirir los mejores servicios y productos de calidad que tengan un uso eficiente de la energía eléctrica, y dado que el personal encargado no está capacitado técnicamente para adquirir equipo y servicios de calidad, se pierde dinero en productos y servicios obsoletos, no duraderos y de alto consumo de energía eléctrica comparados con lo que se mueve actualmente en el mercado.

Por tal razón debido a que la Universidad no tiene ninguna normativa especial para corregir estas situaciones se hace necesario una normativa que llene las características mínimas de formación para la implementación de medidas administrativas, técnicas y financieras que den lugar a una nueva metodología para ahorrar energía eléctrica en todos los ámbitos del acontecer universitario cuidando el medio ambiente y manteniendo la calidad de los servicios prestados.

### **Forma de Planificación de Compras.**

La Universidad de El Salvador a través de la Unidad de Adquisiciones y contrataciones Institucional (UACI), es la encargada de realizar las compras, tanto de equipos como de servicios que la Universidad necesita, de tal forma que esta unidad es la encargada de verificar que todos los requerimientos de los equipos y servicios contratados sean acorde a las especificaciones que se necesitan.

Sin embargo la UACI, tiene enormes deficiencias en cuanto a la adquisición de equipo y contratación de servicios en cuanto a los requisitos de eficiencia energética mínimos que deben de cumplirse para tener un equipo y un servicio con ahorro, y esto se debe a que no existe un área dentro de esta unidad que verifique la calidad del equipo, en cuanto a eficiencia energética se refiere, por lo tanto al tener esta deficiencia, la adquisición de equipo para las diferentes unidades no es la adecuada y se adquieren equipos en muchas ocasiones obsoletos, contaminantes con el medio ambiente y de alto consumo de energía eléctrica, cuando existen en el mercado tecnologías de mejor calidad y con certificados de eficiencia energética internacionales.

Por lo tanto para UACI es tan importante en el desarrollo y operación de la Universidad de El Salvador. Se requiere un área especializada que de su dictamen técnico en cuanto a la eficiencia energética y calidad de los equipos que se compran.

### **5.2.6. CERTIFICACION ENERGETICA<sup>8</sup>**

---

<sup>6</sup>Guía metodológica para los sistemas de auditoría, certificación o acreditación de la calidad y sostenibilidad en el medio urbano; Ministerio de fomento; ISBN: 978-84-498-0914-9.

Procede analizar una serie de condicionantes sin los cuales sería muy difícil que la certificación resultara eficaz como método para asegurar que todo proyecto a desarrollar (o en infraestructura existente) se sustenta en una serie de pautas y criterios ambientales o de sostenibilidad.

A tal efecto, la certificación debe ser:

**a) Objetiva:** la certificación debe ser promovida y gestionada por una organización o comisión que garantice un estudio en base a métodos y procedimientos claramente establecidos, con base técnica y adecuada a cada ámbito.

**b) Abierta y accesible:** no debe limitar la posibilidad de certificación por razones de costes o acceso a las tecnologías.

**c) Selectiva:** en cuanto a los criterios base y a los requisitos se debe buscar un equilibrio entre la excesiva flexibilidad y el excesivo rigor de las etapas iniciales de implementación. Se pretende evitar la inaplicabilidad del sistema y la ineficacia de la certificación como promotor de cambios hacia los objetivos de sostenibilidad.

**d) Científica:** los criterios y requerimientos deben ser seleccionados en base a conocimientos científicos de los impactos y costes implicados a lo largo de todo el del ciclo de vida de los objetos de certificación.

**e) Participativa y consensuada:** todos los interesados e implicados deben tener oportunidad de participación para la definición de los criterios y requerimientos de la certificación. Deben ser establecidos, además, a partir del equilibrio de intereses económicos, sociales y ambientales.

**f) Transparente:** todos los elementos del proceso de certificación deben ser transparentes, ya sean los criterios base o los elementos de evaluación y comprobación.

**g) Flexible:** deben establecerse revisiones periódicas para garantizar la actualización de los criterios y requerimientos en función de los diversos cambios producidos en la sociedad.

**h) Verificable:** debe ser realizado el seguimiento periódico de los programas por una comisión competente para verificar y acreditar el mantenimiento de las condiciones de calidad de los procedimientos técnicos y administrativos.

**i) Calidad técnica y funcional:** los criterios y requerimientos para la certificación no deben, en ningún caso, comprometer la calidad técnica o funcional del objeto. Los atributos ecológicos no deben determinar la reducción de la calidad o excesivo incremento del coste del objeto certificado.

## **Sistema de evaluación.**

El procedimiento de evaluación se basa en un sistema de valoración por puntos. Este sistema permite certificar la calidad y sostenibilidad de proyectos en la etapa de planeamiento de desarrollo para nuevos edificios, así como de las edificaciones ya existentes. El producto final es la emisión de un certificado por parte de la comisión certificadora.

### **5.2.7. Certificación de edificaciones existentes**

La metodología de certificación se basa en un sistema de evaluación condicionado por indicadores. El procedimiento de valoración se desarrolla en dos pasos:

1. Evaluación de los condicionantes existentes. Este bloque hace referencia a las características que debe reunir la edificación objeto en estudio, según características de escala (edificio o facultad) y tipología urbanística (uso administrativo, uso académico, laboratorios o almacenes), para acreditarse como sostenible, bajo el prisma de cuatro ámbitos estratégicos: (A<sub>1</sub>)

Ocupación del suelo, (A<sub>2</sub>) Autonomía energética, (A<sub>3</sub>) Demanda energética, (A<sub>4</sub>) Espacios verdes y biodiversidad. Las ponderaciones de cada indicador se traducen en una puntuación total por puntos.

**Resultado 1:** Calificación parcial del tejido urbano objeto de estudio.

2. **Evaluación o calificación final.** En esta última fase se obtiene la certificación final del sistema urbano o tejido urbano de estudio. De ella, se obtiene la acreditación global según el porcentaje alcanzado que va de la excelencia, con más del 90% de los objetivos expuestos alcanzados, a la insuficiencia, con menos del 25% de cumplimiento de los objetivos del urbanismo ecológico.

**Resultado 2:** Calificación parcial de la propuesta de ordenación.

#### **Asignación de puntos.**

La puntuación de cada indicador es la sumatoria de escalar el porcentaje del objetivo mínimo alcanzado sobre una base de 5 puntos y del objetivo deseable sobre una base, también, de 5 puntos. La puntuación máxima son 10 puntos por cada indicador o condicionante, independientemente del ámbito temático de estudio para el proyecto. Así, por ejemplo, si un indicador cumple con el objetivo mínimo se obtienen 5 puntos (ha alcanzado el 100% del objetivo) y, si alcanza el 81,6% del objetivo deseable son 4,1 puntos más, 9,1 puntos en total (5+4,1).

### **.Obtención de la calificación parcial.**

Cada ámbito de análisis obtiene una calificación parcial según el porcentaje alcanzado en relación a la máxima puntuación alcanzable.

### **Calificación final. Obtención del certificado.**

La calificación final se obtiene a partir de la puntuación parcial de los ámbitos, ponderada en función del peso asignado a cada eje del modelo urbano sostenible de referencia 2 (4 ejes en total). A cada eje se le asigna un 25% del peso relativo total. Finalmente, la sumatoria de los porcentajes arrojados por cada eje, equivale a la calificación final del tejido urbano objeto de estudio. Cuando este alcance un 90%, se concederá una calificación de excelente; entre el 70 y el 89%, una calificación de notable y entre el 50 y el 69%, una calificación de suficiente. En aquellos supuestos donde el porcentaje sea inferior al 50%, no se obtendrá la acreditación de calidad y sostenibilidad de la actuación urbanística: entre el 25 y el 49%, se adquiere una calificación de insuficiente y menos del 25%, de muy insuficiente.

### **5.2.8. Proceso de Certificación.**

Teniendo en cuenta todo lo expuesto hasta el momento, se propone una certificación de todo proyecto de desarrollo en infraestructura con criterios de sostenibilidad emitida por un cuerpo colegiado multidisciplinario. El proceso de certificación que realizaría dicha entidad tendría las siguientes fases:

#### **1º Registro del proyecto**

El primer paso para conseguir una certificación consiste en registrar el proyecto. Una vez el proyecto ha sido registrado, se ha de preparar la documentación y los cálculos necesarios para cumplir los requisitos técnicos indispensables.

#### **2º Evaluación de las condiciones preexistentes en actuaciones de planeamiento de desarrollo.**

En segundo lugar, el proyecto para el que se solicita la certificación debe satisfacer los indicadores y criterios expuestos en las condiciones preexistentes en el contexto del desarrollo del proyecto. La evaluación de los mismos lo realiza un equipo de revisión especializado con formación y experiencia determinada y suficientemente acreditada en base a una guía de referencia/parámetros de valoración.

La documentación presentada como requerimiento es revisada para evaluar su cumplimiento. Y la comisión certificadora emite un informe preliminar haciendo constar lo conseguido, los aspectos pendientes de puntuar y los que son denegados.

### **3º Certificación**

Una vez aprobados los indicadores del contexto de desarrollo del proyecto, solo hasta entonces se podrá comenzar el periodo de certificación. En el caso de certificar edificios existentes, se calculan los indicadores de sostenibilidad y se ejecutará la puntuación global del proyecto según los valores de referencia establecidos.

Atendiendo a esta puntuación si la puntuación es positiva el proyecto final podrá ser nombrado como Proyecto Certificado y la comisión certificadora presentará al equipo de proyecto la carta de certificación correspondiente.

Si el responsable del proyecto pretende oponer algún tipo de objeción a la revisión final del proyecto, tendría la opción de apelar. Para ello deberá establecerse un plazo adecuado para la revisión.

#### **5.2.9. Lineamientos de fomento de ahorro del consumo de la energía en la Universidad de El Salvador.**

El consejo superior universitario con base en el art. 22 literal b) de la ley orgánica de la Universidad de El Salvador aprobó “Políticas para el fomento del ahorro y eficiencia del consumo de energía eléctrica en la Universidad de El Salvador”. Acuerdo No. 095-2009-2011-E (VI-1). Las cuales van dirigidas a todas las facultades multidisciplinarias y central de la universidad.

Algunas consideraciones tomadas en cuenta para la elaboración de las políticas fueron:

- Realidad económica y social de la facultad de Ingeniería y Arquitectura.
- El alza o variación de los precios de la tarifa eléctrica.
- El aumento en el uso de los aires acondicionados debido a las elevadas temperaturas que hay en el país.
- Los edificios actualmente construidos no tienen los principios de un edificio eco eficientes que aprovechan la luz del sol y corrientes de viento.
- La actual luminaria instalada en la universidad no es energéticamente eficiente.
- No existe una política y una gestión para el uso de sistemas fotovoltaicos en los edificios.
- El recurso presupuestario asignado para los servicios básicos, cada año es menor.

- Falta de cultura de ahorro de la energía en la Facultad de Ingeniería y Arquitectura.

#### **5.2.10. Políticas para el fomento del ahorro y la eficiencia del consumo de energía eléctrica en la Universidad de El Salvador.**

1. En los meses de octubre y noviembre de cada año, Vicerrectoría administrativa conjuntamente con la Unidad de Desarrollo Físico (UDF) deberán cotizar, negociar y recomendar a rectoría, la contratación de los servicios de energía eléctrica para el año subsiguiente, con la empresa comercializadora que ofrezca los menores precios y condiciones contractuales favorables.
2. Los eventos deportivos programados en el complejo deportivo deben realizarse con luz de día (luz solar), dado que los precios de la energía eléctrica, en el horario de las 18 horas a 1 horas (día siguiente) son de mayor costo, lo cual ha llegado a impactar directamente en la factura de energía eléctrica hasta en un 15%.
3. Los jefes de mantenimiento de oficinas centrales y de facultades deben programar en sus respectivos planes de compra y de trabajo, la adquisición y reemplazo de luminarias con base a tecnologías LED, que emite luz ahorrativa en exteriores, en oficinas y en aulas; asimismo, deben reemplazarse las luminarias de 40 watts por luminarias de tubo fluorescente 32 watts.
4. En piscinas y cisternas que abastecen agua a edificios e instalaciones, la UDF debe asegurar que se regule y automatice su uso y los jefes de mantenimiento de oficinas centrales y de cada facultad deben asegurar en sus planes de trabajo el mantenimiento preventivo y correctivo de forma mensual para alargar la vida útil de los motores y ahorrar energía eléctrica.
5. Establecer horarios de funcionamiento de los sistemas de aires acondicionado, mediante la instalación de termostatos electrónicos programables, para que de manera regular se cumpla con el horario de encendido de aires a partir de las 9:00 a.m. y el apagado a las 3:00 p.m., salvo casos excepcionales como en los centros de servidores, refrigerantes y eventos especiales, en donde se deberá asignar a un responsable para que en forma manual verifique que los sistemas de aires acondicionados y luminarias se apaguen al finalizar los eventos.
6. Control automatizado de luminarias interiores y exteriores. Se deben instalar sistemas automatizados de luminarias de la siguiente manera:

### *Luminarias Exteriores:*

- Encendido de luminarias exteriores en el Campus Central y Facultades Multidisciplinarias en el horario de 6:00 p.m. a 9:30 p.m. (zonas verdes, parqueos, sendas y perímetros de edificios).
- En todas las entradas de los edificios se deberán colocar sensores de calor y movimiento para que el sistema de iluminación se encienda con la presencia humana.
- El sistema de luminarias perimetral en Campus Central y Facultades Multidisciplinarias debe funcionar con fotocelda, es decir, con la salida y puesta del sol (similares al alumbrado público municipal).
- Los jefes y encargados de Mantenimiento tanto de Facultades como de Oficinas Centrales, deberán supervisar que durante el día los sistemas de luminarias estén apagados.

### *Luminarias al Interior de los edificios y aulas*

- En las áreas administrativas, en donde la luz solar es suficiente para desarrollar las actividades laborales, el personal debe apagar las luminarias. A la hora del receso del almuerzo, el personal debe apagar las luces, y asimismo, a la hora de salida deberá asegurarse que los sistemas de aires acondicionados, luminarias, computadoras, ventiladores, impresoras y demás equipos y electrodomésticos queden apagados y desconectados.
  - En el área de aulas, pasillos de edificios de aulas, laboratorios y cubículos de docentes, etc., el personal que use estas instalaciones por horas de la tarde/noche deberá apagar las luminarias, asegurándose además que los equipos queden debidamente apagados, desconectados y resguardados.
7. Realizar censos periódicos de medidores que se encuentran conectados al interior de la Institución, labor que deberá ser realizada la Unidad de Desarrollo Físico (UDF) en colaboración con los jefes o encargados de las unidades de Mantenimiento de cada una de la Facultades y de Oficinas Centrales, para su correspondiente control y mantenimiento oportuno.
  8. Los jefes o encargados de Mantenimiento deberán colocar medidores adicionales, que contribuyan a monitorear el consumo de energía eléctrica en cada edificio del Campus Central y Facultades Multidisciplinarias, y de acuerdo a los resultados, realizar auditorías energéticas, a cargo de la UDF en colaboración con la Escuela de Ingeniería Eléctrica de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura (FIA).
  9. La UDF en colaboración con los jefes o encargados de Mantenimiento y con el apoyo de ingenieros mecánicos de la FIA, deberán evaluar nuevas tecnologías

y/o tecnologías alternativas para el suministro de aires acondicionados que generen menor consumo de energía eléctrica y producir niveles de temperatura óptimos para el personal dentro de los espacios físicos, lo cual deberá ser verificado con el uso de termómetros.

10. La UDF con el apoyo de la FIA deberá orientar y proponer soluciones bioclimáticas en los Proyectos de construcciones de edificios, evitando construcciones de paredes y fachadas innecesarias que generan calor y que ocasiona el uso de más equipos de aire acondicionado.
11. Estudiar, analizar y proponer soluciones de arquitectura pasiva en edificaciones existentes, a través del diseño arquitectónico medio ambiental (con materiales de construcción que sean ecoeficientes) disminuyendo hasta donde sea posible, el impacto en el ecosistema circundante que las edificaciones puedan causar tanto en su etapa construcción como en su vida útil. La UDF con el apoyo de la Escuela de Arquitectura de la FIA y Departamentos de Arquitectura Facultades Multidisciplinarias, velarán por el cumplimiento de esta política.
12. Deberán desarrollarse capacitaciones continuas sobre las nuevas técnicas de diseño y construcción de edificios con eco-arquitectura, que serán coordinadas por la Escuela de Arquitectura de la FIA, Departamentos de Arquitectura de las Facultades Multidisciplinarias, y otros expertos en esas áreas. Las capacitaciones se impartirán inicialmente a los miembros de las Comisiones Evaluadoras de Ofertas y Administradores de Contratos de obras civiles, de conformidad a la LACAP y su Reglamento, Ley de Medio Ambiente de El Salvador y demás normativas afines.
13. La UDF con el apoyo de la FIA y Facultades Multidisciplinarias deberán diseñar y aplicar Domótica en nuevos sistemas de aires acondicionados y de luminarias, así como en el mantenimiento preventivo y correctivo de los actuales.
14. La UDF con el apoyo de la FIA y Facultades Multidisciplinarias deberán diseñar y construir sistemas fotovoltaicos en un 20% para alimentar sistemas de cómputo y luminarias al interior de los edificios. Sin embargo, se recomienda hacer previamente usar de forma racionalizada la energía eléctrica de los equipos instalados en las facultades,
15. La UDF con el apoyo de la FIA, deberán orientar el diseño y construcción de edificios, hacia el establecimiento de cuotas de consumo energético máximo a fin de que el diseñador y ejecutor de los Proyectos establezcan alternativas o soluciones de diseño de espacio, orientación, tipo de materiales, formas de ventilación pasivas, que no se supere la cuota de consumo establecido. Dicha cuota debe ser en kWh/m<sup>2</sup> por año y ésta se establecerá a partir de un estudio

efectuado en por lo menos tres edificios tipo representativos, después de implementarse en ellos medidas de eficiencia energética. Esto debe ser incluido en las Bases de Licitación de obras civiles que se publiquen por de la UACI, y asimismo, las Comisiones Evaluadoras de Ofertas deberán considerarlas en sus respectivas evaluaciones.

16. Para las compras de equipos eléctricos, la UACJ en coordinación con la UDF deberán orientar a las unidades solicitantes que dichos equipos sean requeridos con certificación de eficiencia energética (FIDE, ENERGY STAR)<sup>9</sup> y asimismo, estas certificaciones deberán ser incluidas en el Sistema de Plan de Compras administrado por la UACI y en los respectivos requerimientos, como requisito para la gestión de compra.
17. La Secretaría de Comunicaciones en coordinación con las Facultades y Unidades de Oficinas Centrales, deberán desarrollar campañas periódicas de concientización a toda la comunidad Universitaria sobre el uso racional del recurso energético.
18. Las Juntas Directivas de las doce Facultades y el Rector en Oficinas Centrales nombrarán Comités responsables del cumplimiento de estas políticas, quienes a su vez reportarán al CSU trimestralmente los resultados de las mismas; así mismo deberán proponer nuevas medidas en pro del ahorro y eficiencia energética en la UES.

---

<sup>9</sup>FIDE: Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica

ENERGY STAR: es un programa de protección ambiental, creado para promover en los productos electrónicos, un consumo eficiente de electricidad; de esta manera es permitido el reducir el efecto de gases de invernadero, por parte de las centrales eléctricas.

### 5.3. Revisión energética.

La revisión energética es un proceso de desarrollo y análisis del perfil energético de la organización que da soporte a la planificación energética.

El resultado de la revisión energética es de vital importancia para definir la línea base, los indicadores de desempeño energético, objetivos, metas y planes de acción.

En este apartado se describe un proceso general de reunir los datos de consumo, analizarla y obtener información valiosa para la gestión de la energía.

Esquema del proceso de revisión energética en una organización:

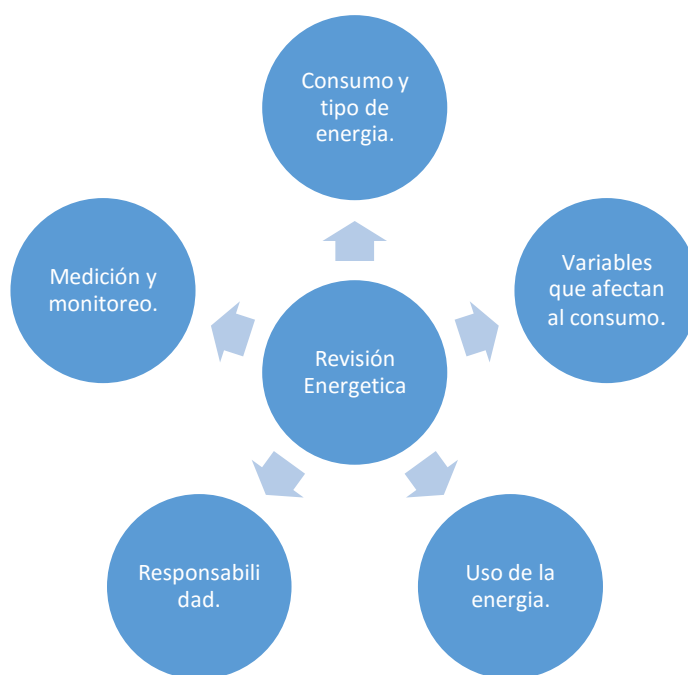


Figura 9. Esquema de proceso de revisión energética.

Entre los objetivos que se tienen en la revisión energética se tienen:

- Usos de la energía.
- Tendencias de consumo energético.
- Áreas o actividades donde se emplea de manera más significativa la energía
- Analizar el potencial de mejora de desempeño energético.
- Identificar oportunidades de mejora de desempeño energético.

Las herramientas usadas son:

- Lecturas.
- Monitoreo.
- Gráficos.
- Auditoria energética y cuantificación de medidas.
- Simulación con software.

### 5.3.1. Análisis de los usos y consumos de energía en el edificio administrativo de la FIA UES.

- **Equipos eléctricos instalados y su consumo.**

Los equipos más representativos a nivel de consumo de energía eléctrica tenemos:

- Aire acondicionado.

| Equipo            | Marca   | Modelo      | BTU/h/Ton. | Voltaje | Alimentación | cfm <sup>†</sup> | EER <sup>††</sup> |
|-------------------|---------|-------------|------------|---------|--------------|------------------|-------------------|
| 1                 | Carrier | 38CKG0605A  | 60000 / 5  | 208/230 | 3            | 3400             | 9                 |
| 2/3/8/11<br>13/14 | York    | HABA-T0483A | 48000 / 4  | 208/230 | 3            | 3250             | 9.5               |
| 9/10/15           | York    | HABA-T0605A | 60000 / 5  | 208/230 | 3            | 3450             | 10.25             |
| 12/7              | York    | H1RA036S25B | 36000 / 3  | 208/230 | 3            | 2150             | 9.1               |
| 4/5/16            | York    | BRCS0241BD  | 24000 / 2  | 208/230 | 1            | 1850             | 9.65              |
| 6<br>(mini split) | York    | TGCD36S43S1 | 36000 / 3  | 208/230 | 3            | 3200             | 11                |

<sup>†</sup>cfm: feet cubic per minutes(pies cúbicos por minuto)  
<sup>††</sup>EER: Energy Efficiency Ratio es el coeficiente de eficacia frigorífica

Tabla 4. Equipos de aire acondicionados instalados actualmente.

De la simulación en Energy Plus tenemos el consumo de energía eléctrica por mes para aires acondicionado.

| MES                | A/C (kW/h)       |
|--------------------|------------------|
| <b>ENERO</b>       | 3598.917         |
| <b>FEBRERO</b>     | 4552.411         |
| <b>MARZO</b>       | 5724.986         |
| <b>ABRIL</b>       | 5497.486         |
| <b>MAYO</b>        | 6207.419         |
| <b>JUNIO</b>       | 5908.367         |
| <b>JULIO</b>       | 6399.322         |
| <b>AGOSTO</b>      | 4700.864         |
| <b>SEPTIEMBRE</b>  | 5516.311         |
| <b>OCTUBRE</b>     | 5748.655         |
| <b>NOVIEMBRE</b>   | 4956.883         |
| <b>DICIEMBRE</b>   | 3210.345         |
| <b>TOTAL ANUAL</b> | <b>62021.966</b> |

Tabla 5. Resultado de consumo de aires acondicionados para el año 2015.

Distribución de aires acondicionados en el edificio<sup>10</sup>, según el nivel:

---

<sup>10</sup> TESIS EFICIENCIA ENERGETICA EN LOS EDIFICIOS DE LA FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA DE LA UNIVERISDAD DE EL SALVADOR, PABLO CARTAGENA, 2012.

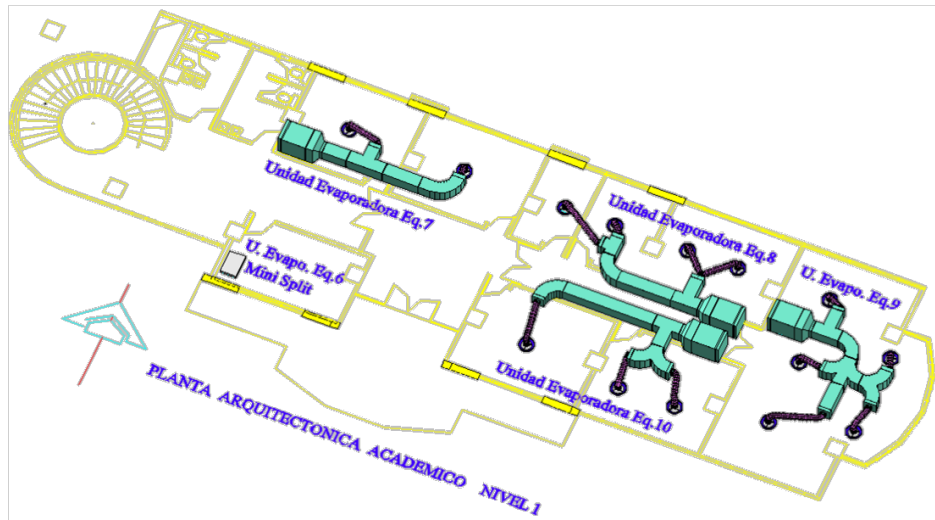


Figura 10. Distribución de aires acondicionado en el primer nivel del edificio.

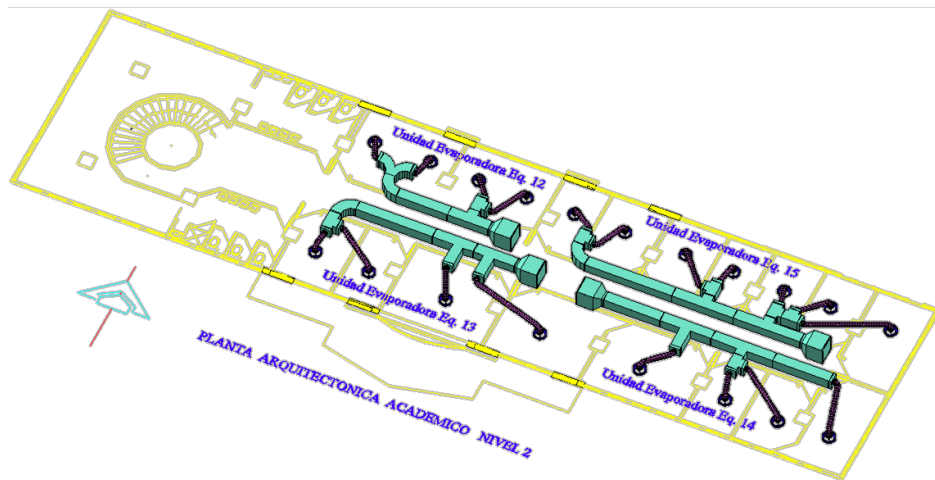


Figura 11 Distribución de aires acondicionado en el primer segundo del edificio.

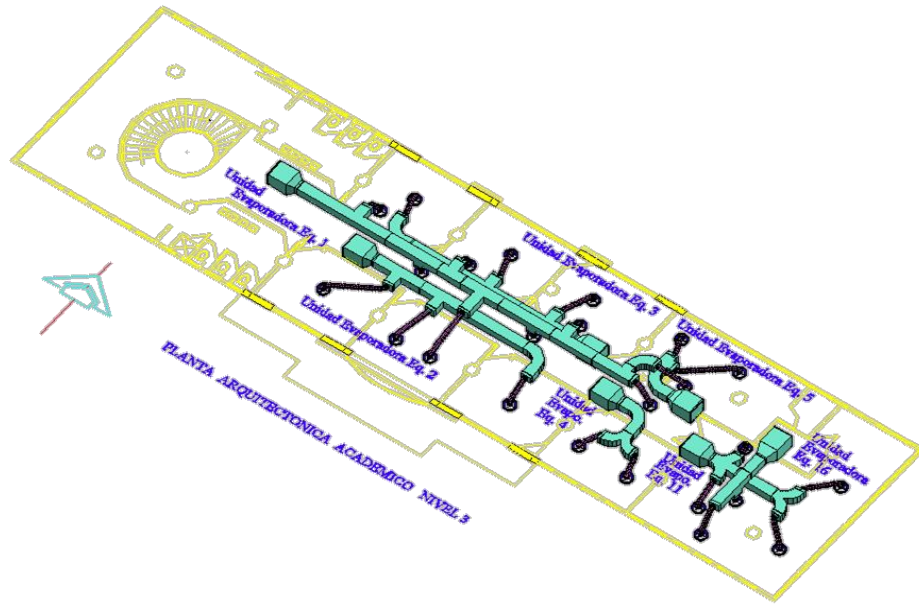


Figura 12. Distribución de aire acondicionado en el tercer nivel del edificio

- Luminarias.

| Tipo de luminarias       | Cantidad | Watts (unidad) | Lúmenes (unidad) |
|--------------------------|----------|----------------|------------------|
| <b>Tubo Fluorescente</b> | 163      | 32             | 28000            |

La tabla siguiente muestra los datos de consumo de energía eléctrica que se obtuvieron utilizando la herramienta de simulación por el software, Energy Plus.

| MES                | ILUMINACION INTERIOR (kW/h) |
|--------------------|-----------------------------|
| <b>ENERO</b>       | 1975.367                    |
| <b>FEBRERO</b>     | 2710.178                    |
| <b>MARZO</b>       | 2606.181                    |
| <b>ABRIL</b>       | 2321.706                    |
| <b>MAYO</b>        | 2723.511                    |
| <b>JUNIO</b>       | 2612.972                    |
| <b>JULIO</b>       | 2969.8                      |
| <b>AGOSTO</b>      | 2086.218                    |
| <b>SEPTIEMBRE</b>  | 2812.972                    |
| <b>OCTUBRE</b>     | 2886.917                    |
| <b>NOVIEMBRE</b>   | 2701.2                      |
| <b>DICIEMBRE</b>   | 1381.197                    |
| <b>TOTAL ANUAL</b> | <b>29788.219</b>            |

Tabla 6. Consumo de energía de luminarias internas del año 2015.

Distribución de las luminarias en el edificio<sup>11</sup> según nivel:

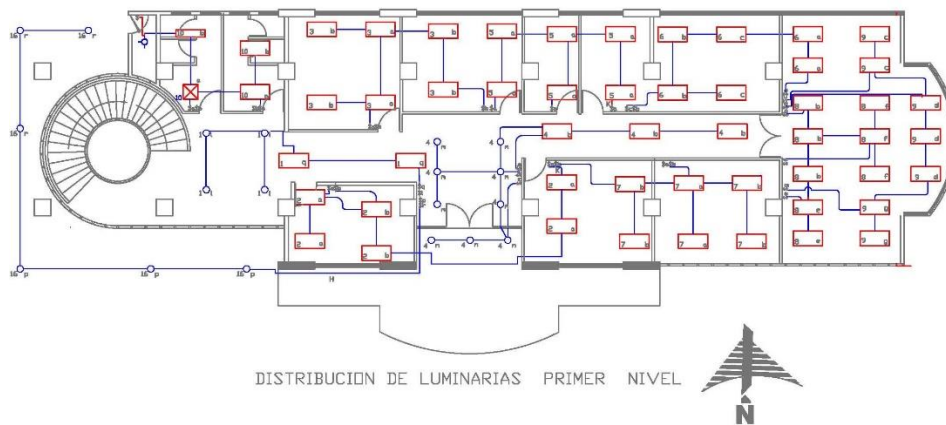


Figura 13. Distribución de luminarias primer nivel.

<sup>11</sup>TESIS EFICIENCIA ENERGETICA EN LOS EDIFICIOS DE LA FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA DE LA UNIVERISDAD DE EL SALVADOR, PABLO CARTAGENA, 2012.

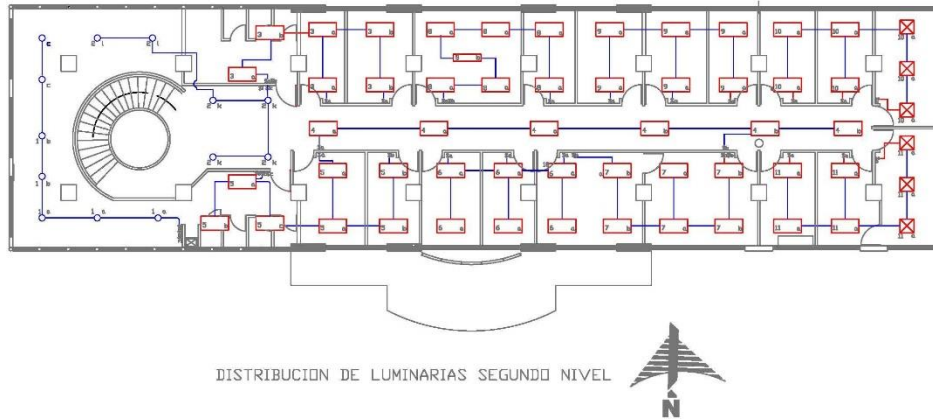


Figura 14. Distribución de luminarias primer nivel.

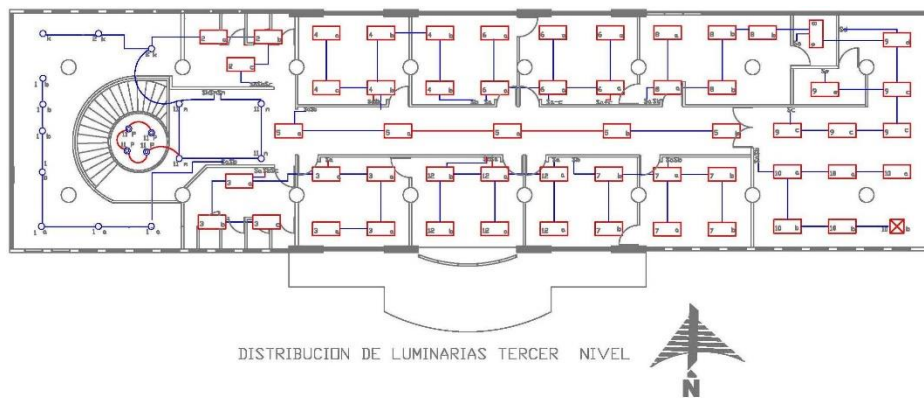


Figura 15. Distribución de luminarias primer nivel.

Distribución actual del sistema de iluminación en el edificio de Administración Académica de la FIA.

- Equipos.

Dentro de los equipos eléctricos instalados en el edificio tenemos: impresoras, fotocopiadoras, UPS, computadoras, etc. Se agrupó en una categoría llamada equipo eléctrico debido a que la naturaleza de los equipos es similar.

A continuación se muestra el consumo de energía eléctrica para el año 2015, utilizando la herramienta por software Energy Plus.

| MES         | EQUIPO ELECTRICO (kW/h) |
|-------------|-------------------------|
| ENERO       | 3147.444                |
| FEBRERO     | 3911.861                |
| MARZO       | 3975.583                |
| ABRIL       | 3684.308                |
| MAYO        | 4173.944                |
| JUNIO       | 4241.276                |
| JULIO       | 4491.528                |
| AGOSTO      | 3317.417                |
| SEPTIEMBRE  | 4241.278                |
| OCTUBRE     | 4346.944                |
| NOVIEMBRE   | 4125.306                |
| DICIEMBRE   | 2220.247                |
| TOTAL ANUAL | 45877.136               |

### 5.3.2. Horarios de operación.

Los horarios de operación de los equipos de aire acondicionado, luminarias, computadoras, etc., se consideraron del 100% de la jornada laboral, comprendida de 8:00 A.M. a 5:00 P.M. de lunes a viernes. Esto quiere decir, siempre encendidos.

Se ha considerado para este estudio y sobre todo en la elaboración de la línea base, los días de vacación por días festivos del personal que labora para el edificio de Administración Académica de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura.

### 5.3.3. Identificación de los usos significativos de energía.

Para identificar la categoría (previamente dicho) de energía eléctrica de mayor consumo se usará los datos de consumo para el año 2015 obtenidos en la simulación usando la herramienta Energy Plus. Recordando que las categorías establecidas son: equipos eléctricos, aires acondicionados, luminarias.

Se tomará como muestra el primer trimestre del año para observar la tendencia.

A continuación se muestran el porcentaje de consumo de energía eléctrica expresado en términos porcentuales. Esto ayudará para determinar de manera rápida la tendencia de Tabla 7. Consumo de energía del equipo eléctrico en el año 2015. consumo.

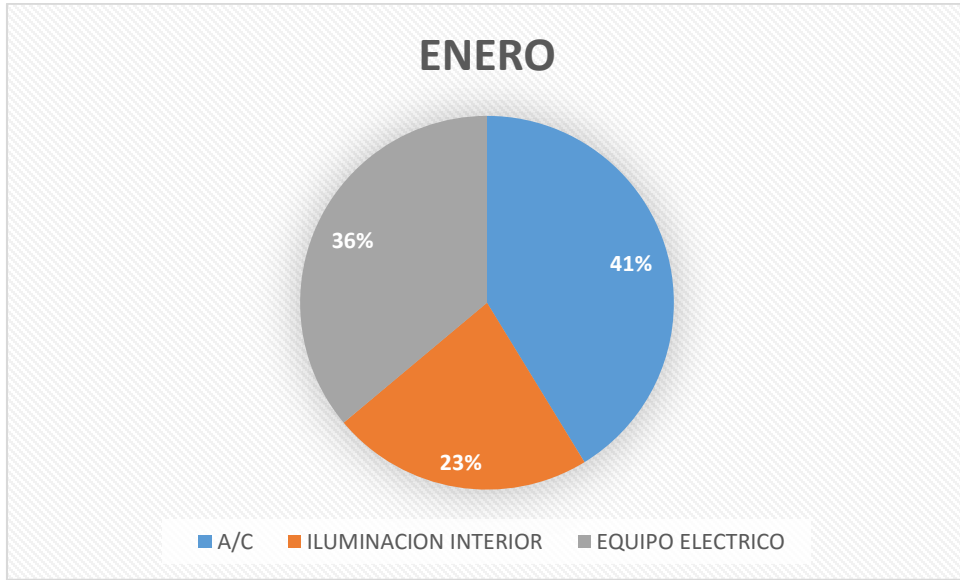


Gráfico 1. Consumo de energía eléctrica del mes de enero 2015 en el edificio.

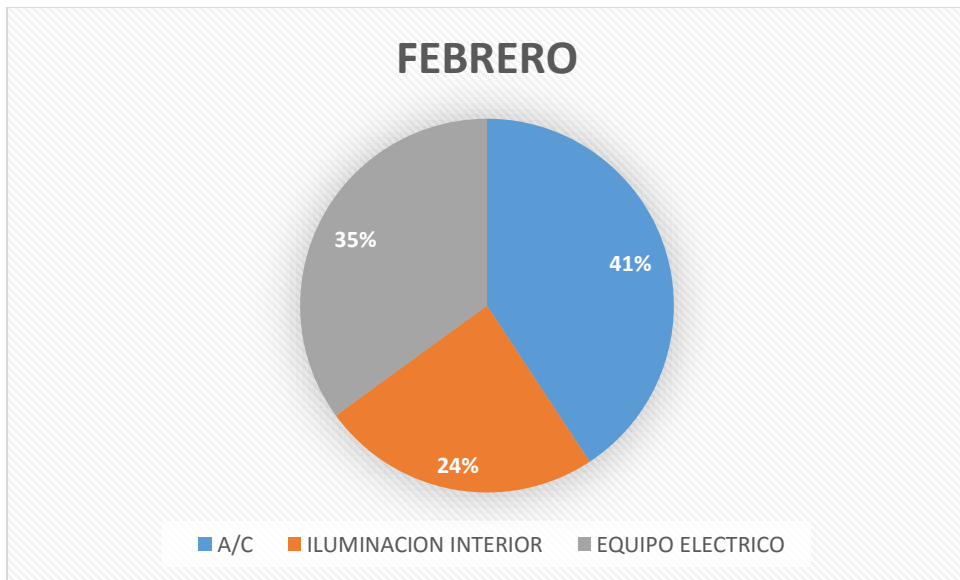


Gráfico 2. Consumo de energía eléctrica del mes de febrero 2015 en el edificio.

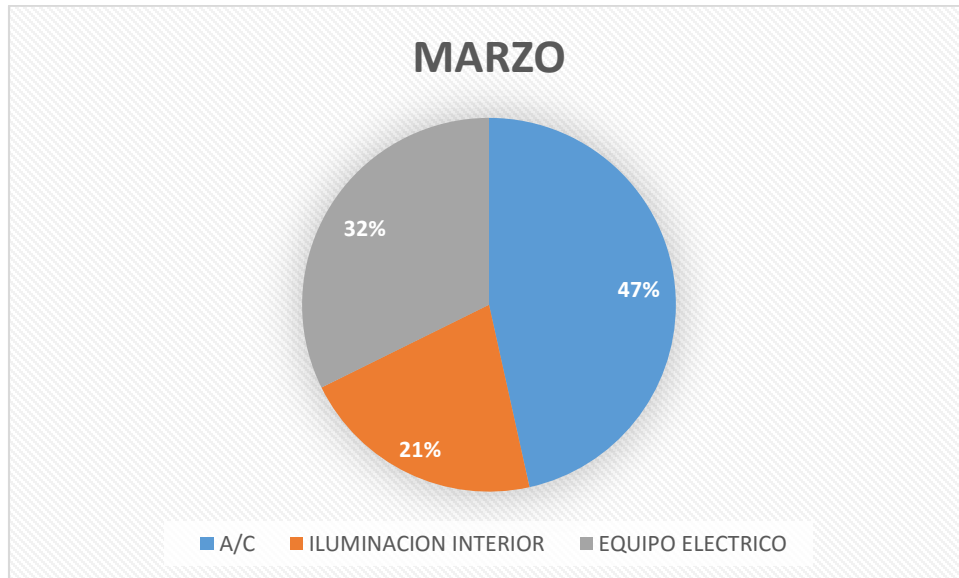


Gráfico 3. Grafica del consumo de energía eléctrica del mes de marzo 2015 en el edificio.

Como se puede observar la categoría que más energía eléctrica consume es los aires acondicionado con un promedio trimestral de 43% del consumo total del edificio por mes seguida por el equipo eléctrico con promedio trimestral de 34% por mes y 23% trimestral para luminarias.

#### 5.3.4. Matriz de evaluación e identificación de los usos y consumos energéticos en el edificio Admirativo de la FIA UES

Dentro de la revisión energética está definido<sup>12</sup> que se debe de identificar el equipamiento o procesos que afectan significativamente al uso y al consumo de energía.

Se ha realizado una matriz de evaluación para determinar qué factores y variables afectan el consumo de energía eléctrica.

<sup>12</sup>Apartado 4.4.3 Revisión Energética, Sistemas de gestión de la energía. Requisitos con orientación para su uso, página 9.

**Matriz de evaluación e identificación de los usos y consumos energéticos en el edificio Admirativo de la FIA UES.**

| Energía             | Descripción del uso y consumo.                   | Variables que afectan el uso.   | Método de medida:<br>M: medio<br>C: Calculado<br>E: estimado. | Consumo al año 2015. |          | Alto potencial de ahorro identificado. |                     | ¿Significativo? | No significativo |
|---------------------|--|---|---|----------------------|----------|--|---------------------|-----------------|------------------|
|                     |  |   |   | Consumo              | Unidades | SI                                     | Fuente              |                 |                  |
| <b>Electricidad</b> | Consumo total de electricidad en las oficinas.   | Condiciones climáticas, horas de uso, cultura de ahorro de la energía.  | M   | 137687.321           | kWh      |  | Revisión energética | X               |                  |
|                     | Consumo de electricidad para iluminación.        | Buenas practicas, mantenimiento, horas de uso, tipo de tecnología utilizada, distribución y cantidad de luminarias. | C   | 29788.219            | kWh      | X                                      | Revisión energética | X               |                  |
|                     | Consumo de electricidad para aire acondicionado. | Condiciones climáticas, horas de uso, tecnología de los equipos.  | C   | 62021.966            | kWh      | X                                      | Revisión energética | X               |                  |
|                     | Consumo de electricidad para otros equipos.      | Horas de uso, número de visitantes, tecnología.   | C   | 45877.136            | kWh      |  | Revisión energética | X               |                  |

Tabla 8. Matriz de evaluación de usos significativos de energía en el edificio.

### 5.3.5. Usos significativos de energía eléctrica en el edificio Admirativo FIA UES.

Los criterios utilizados para determinar que categoría puede considerarse con peso significativo dentro del edificio son:

- Su peso dentro del uso total de energía en el edificio es grande.
- Existe un uso más eficiente.
- Se detecta una medida de ahorro u oportunidad de mejora en el mismo.

Para conocer el peso del uso de una determinada categoría de consumo de energía eléctrica frente al total, se puede usar la herramienta “Principio de Pareto”. Este principio tiene como principio la regla del 80/20, eso quiere decir que para que una categoría de consumo de la energía sea considerada como “significativa”, supone que existe un 20% de la población que ostenta el 80% de algo, mientras que un 80% población solo tiene el restante. Aplicando este criterio de determinación de un uso significativo de la energía se puede suponer que, en una organización existe un 20% de puntos de consumo que representa un 80% del consumo energético por lo que estos son denominados como “significativos”.

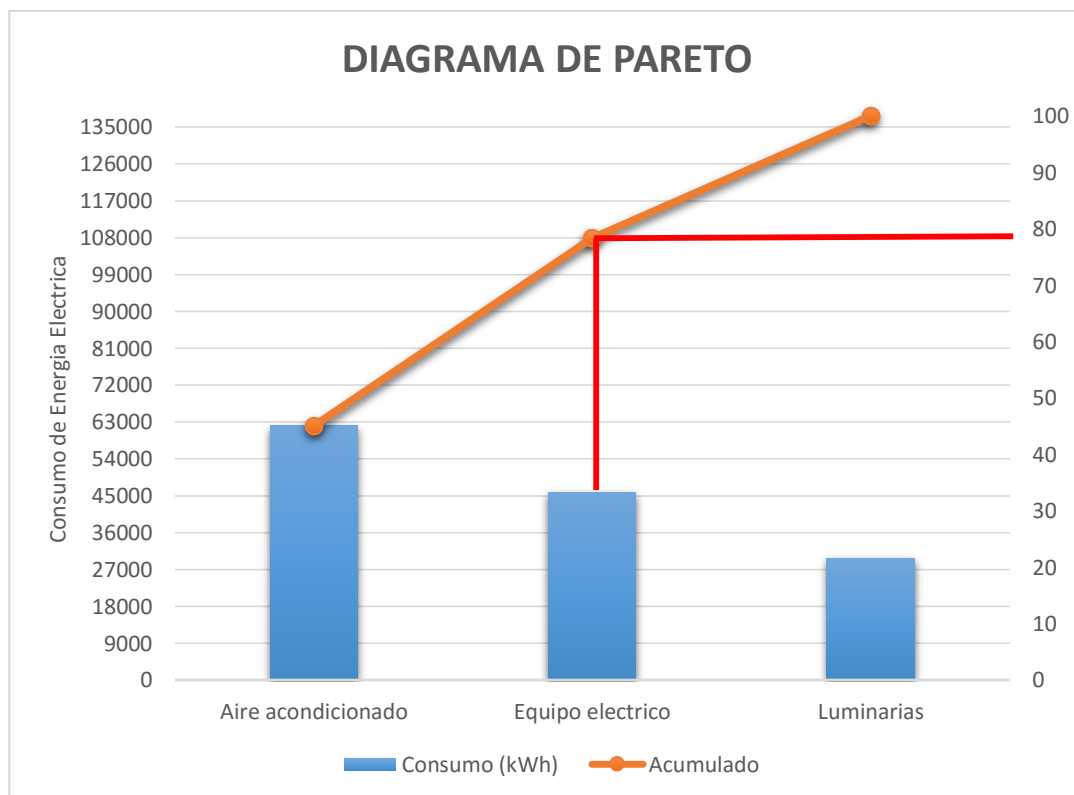


Gráfico 4. Diagrama de Pareto

El gráfico observamos que los usos significativos de la energía en el edificio administrativo de la FIA-UES son **aire acondicionado y equipo eléctrico**.

Sin embargo, por la cantidad de equipos eléctricos (fotocopiadoras, computadoras, cafeteras, etc.) es difícil sistematizarlo en un conjunto para la aplicación de una gestión de ahorro de energía, por lo tanto se descarta para este estudio. Las luminarias aunque dentro de la organización no tienen un uso significativo de la energía, son más versátiles en cuanto a la implementación de nuevas tecnologías de eficiencia energética. Se tomaron datos anuales (2015), calculados usando *Energy Plus*, para cada categoría.

#### **5.4. Línea base energética del edificio administrativo de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura.**

Una línea de base ha de estar compuesta por cantidades, valores, datos. Podemos pensar en una representación gráfica de esos valores o datos. De ahí su nombre, “línea”, una vez clasificando las zonas del edificio e identificando sus cargas en sistemas de iluminación, equipo eléctrico y sistema de aire acondicionado, configuramos con estos nuestro modelo virtual del edificio para su posterior simulación en software.

Los datos obtenidos de la simulación serán la referencia para la implementación de un sistema de gestión energética (SGEn), para simular estos datos se utiliza la herramienta *Energy Plus*, combinada con los programas *SketchUp* y *Open Studio*, para esto se siguen los siguientes pasos:

- Levantamiento de datos del edificio.
- Definir variables.
- Simular.
- Comparar datos.

##### **5.4.1. Levantamiento del edificio Administrativo de la FIA-UES.**

El levantamiento del edificio se refiere a la simulación 3D del edificio utilizando el programa Sketchup por su simplicidad. Este modelo servirá como punto de partida.

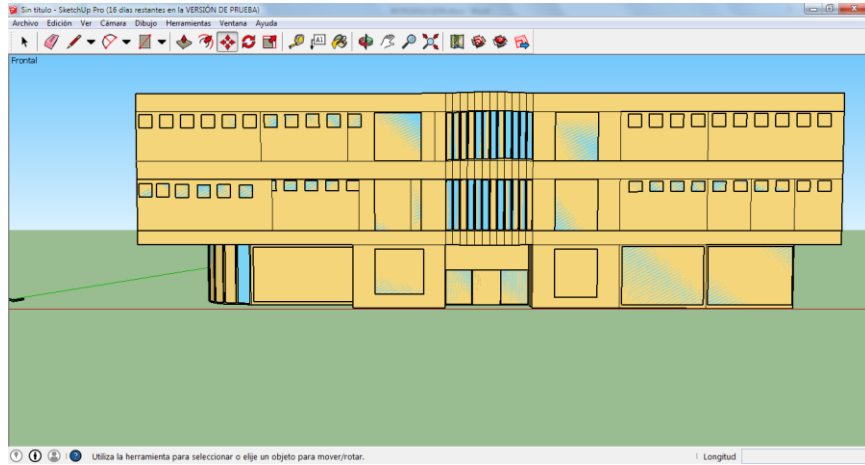


Figura 16. Fachada delantera

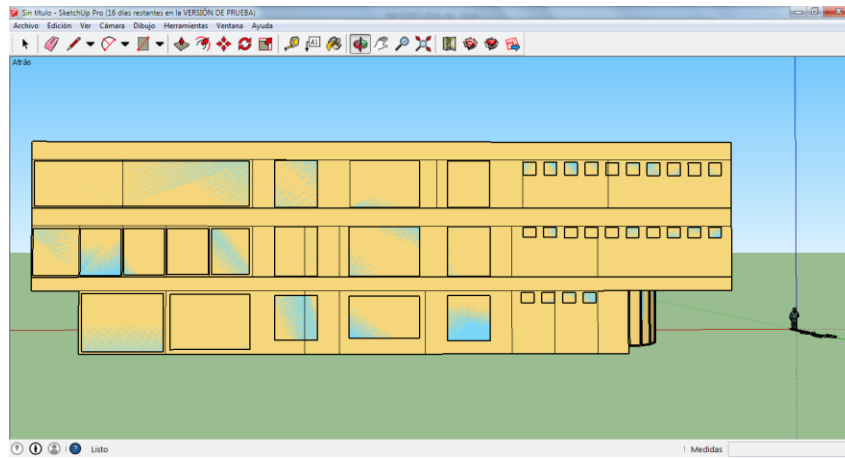


Figura 17 Fachada trasera

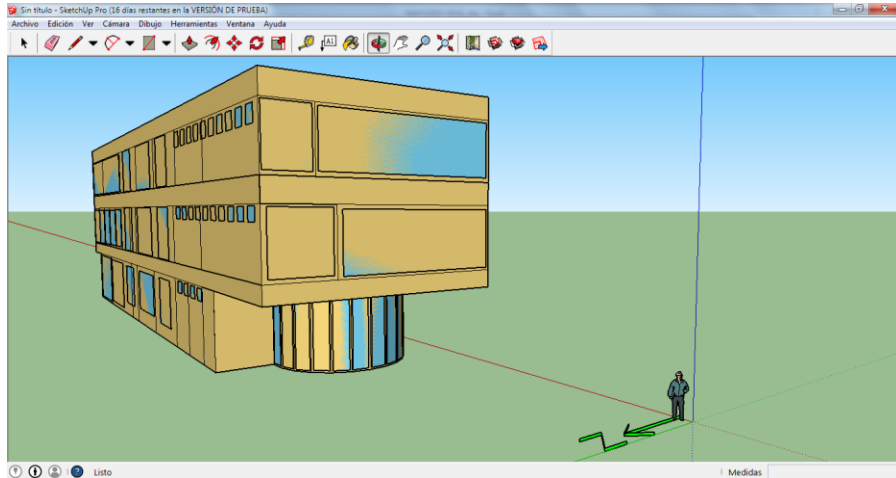


Figura 18 Lateral sur este

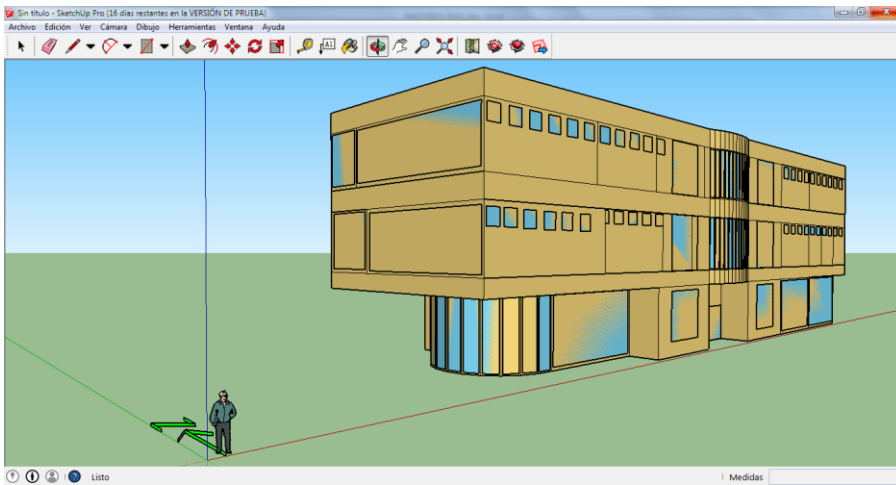


Figura 19 Lateral noreste

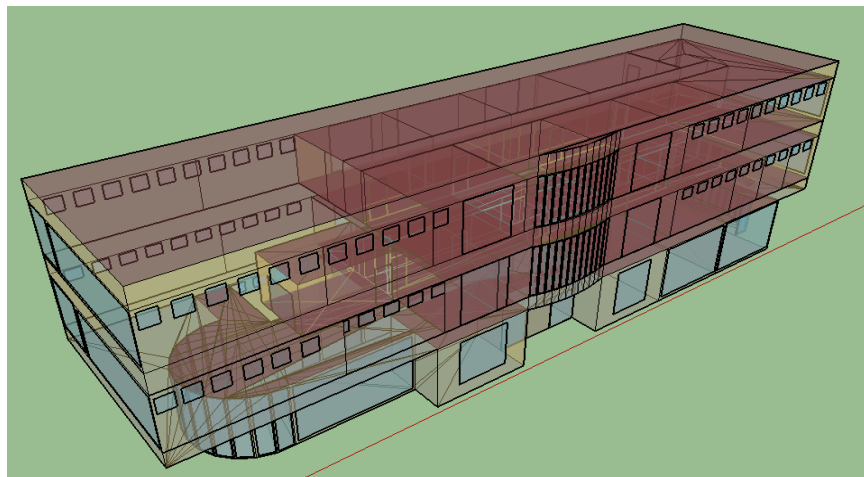


Figura 20. Vista translúcida del edificio.

#### 5.4.2. Modelado en Open Studio.

Con el levantamiento realizado, se proceda a definir las variables de consumo en cada zona del edificio para determinar la demanda óptima y compararla con las mediciones tomadas, para esto se utiliza la herramienta Open Studio, el procedimiento es sencillo y se sigue de manera sistemática, la interfaz del Open Studio se muestra en la siguiente manera:

a. Lugar

En esta pestaña se configura todo lo relacionado a lugar y zona de medición, para definir las condiciones de clima.

b. Horarios

Se refiere a la configuración de horarios de uso o de trabajo en el edificio y el periodo de simulación.

c. Edificios

En esta pestaña se define las zonas del edificio en cuestión u oficinas, por zonas.

d. Cargas

En esta pestaña se definen las cargas en las oficinas y zonas del edificio en cuestión.

e. Tipos de espacios

Aquí se definen cuantas cargas entre otras variables tienen los espacios definidos en edificios, con las cargas definidas en “cargas”.

f. Catálogo de edificaciones

En esta sección es similar a la del literal “c” con diferencia que se definen las zonas que comprenderán los edificios.

g. Instalaciones

Similar a “c” y “f”, aquí se observa si lo configurado anteriormente está correctamente asignado.

h. Zonas térmicas

Se definen las zonas determinadas por temperatura uniforme, y su número está determinado (como norma), igual a la cantidad de sistemas de enfriamiento o calefacción instalados.

i. Sistemas HVAC

Se refiere a la configuración de los sistemas de ventilación, calefacción y aire acondicionado existentes en el edificio o por zonas térmicas.

j. Variables de salida

En esta sección se determinan las variables de salida en la simulación.

k. Configuraciones de la simulación  
Configuraciones generales de la simulación.

#### l. Mediciones

Se refiere a motor de mediciones a utilizar en la simulación, en este caso se utiliza “Energy Plus”.

Los literales m y n están relacionadas con la ejecución y análisis de datos de la simulación.

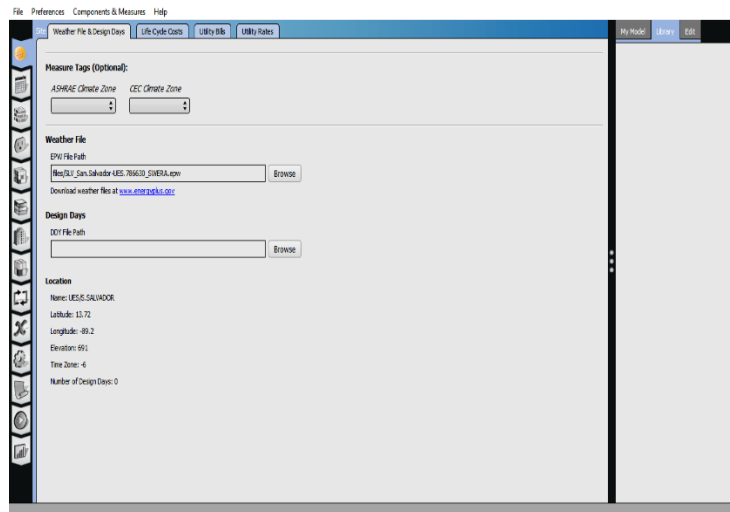


Figura 21. Interfaz del OpenStudio

- Herramientas de *OpenStudio*.

#### *Trimble SketchUp:*

SketchUp (o Trimble SketchUp) es un programa de diseño gráfico y modelado en (3D) tres dimensiones basado en caras. Para entornos de arquitectura, ingeniería civil, diseño industrial, diseño escénico, GIS, videojuegos o películas. Es un programa desarrollado por Last

Software, empresa adquirida por Google en 2006 y finalmente vendida a Trimble en 2012.

#### *EnergyPlus™:*

Motor de cálculo en las solapas Estudio térmico y Climatización de CYPECAD MEP. *EnergyPlus™* es un programa de simulación térmica y energética de edificios desarrollado por DOE (Department of Energy, Estados Unidos) con el que se pueden hacer estudios de demanda y consumo energético.

### 5.4.3. Metodología de uso de OpenStudio.

Los pasos para modelar el edificio administrativo de la FIA-UES por medio de *OpenStudio* son los siguientes:

- **Planificación.**

Antes de comenzar con el modelado, se deben de contar con la información de geolocalización y datos meteorológicos donde está ubicado el edificio. Además se deberá tener información de la construcción del edificio, específicamente de los materiales. Esto permite la especificación de la geometría total del edificio y las superficies. Seguidamente, se tiene que recopilar información del control termostático del edificio para permitir la especificación del control de temperatura para cada área del edificio. Por último se deberán especificar los sistemas HVAC de los sistemas de ventilación.

- **Determinación de las zonas térmicas.**

Se le llama zona térmica a aquella zona que contiene un sistema HVAC. Las zonas que están a temperatura ambiente solo se simplifican en una sola zona térmica. Para el modelado, se han tomado las siguientes consideraciones:

- Para delimitar una zona térmica, las superficies de las paredes deben encerrar un volumen de aire. Si la superficie de la pared inicia en el piso y termina en el techo sin importar que se encuentre a temperatura ambiente o con sistema A/C.
- Las divisiones que no encierran volúmenes de aire no deberán ser declarados como zona térmica. Estas serán superficies de almacenamiento de calor.
- La ventilación natural no será igual si se eliminan las superficies.

### 5.4.4. Simulación del consumo de energía en *OpenStudio*.

Preliminarmente, antes de poder simular el consumo de energía de un edificio, en este caso el de administración FIA-UES, es necesario tener el modelo 3D creado en *Sketchup* con el *plugin* de *OpenStudio*.

A continuación se muestra el menú de *OpenStudio*, cada uno de sus campos serán descritos para poder editar el modelo de *Sketchup* con el *plugin* de *OpenStudio*.

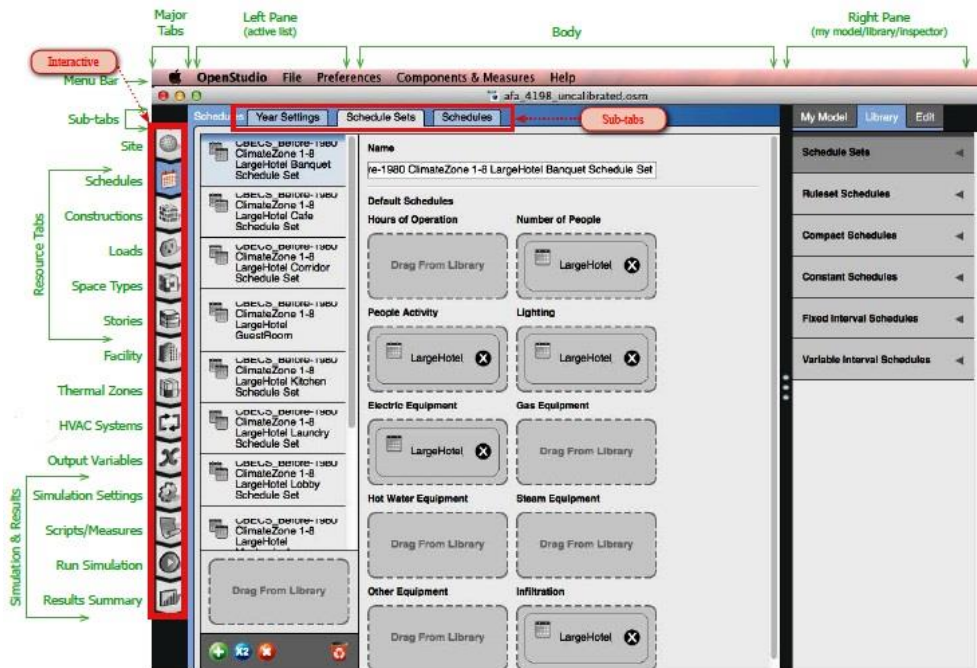


Figura 22 Menú del OpenStudio

- **Menú bar.**

Esta es la barra de menú donde se podrá seleccionar archivo, preferencias, Online BCL y Ayuda.

Al seleccionar file se mostrara el menú de la imagen de al lado donde se podrá crear nuevo archivo, abrir archivo, cargar otras librerías, guardar, exportar el archivo .osm a IDF y viceversa.

Cuando se selecciona Preferencias muestra un pequeño menú en el cual se podrá elegir el sistema de unidades como el sistema métrico y el sistema Ingles.

- **Site.**

En esta pestaña se encuentran 4 opciones. Se describe la utilizada para la simulación de este estudio.

*Weater File & Design Day*

Al seleccionar esta pestaña se encontraran los campos *Weater File*, *Design Day* y *Location*.

**Weather File:** este campo muestra el archivo meteorológico (.epw) seleccionado, se puede seleccionar otro archivo al dar *click* sobre el botón *Browse*, si no se cuenta con un archivo es posible descargar uno en el enlace que se encuentra con letras azules.

**Design Day:** este campo muestra el archivo de diseño de días (ddy) es archivo contiene los días festivos y asuetos, se puede seleccionar otro archivo al dar *click* sobre el botón *Browse*, si no se cuenta con un archivo es posible descargar uno en el enlace que se encuentra con letras azules.

**Location:** este campo se auto completa al selección el archivo de clima (.epw) contiene los datos de coordenadas de ubicación, elevación, zona horaria.

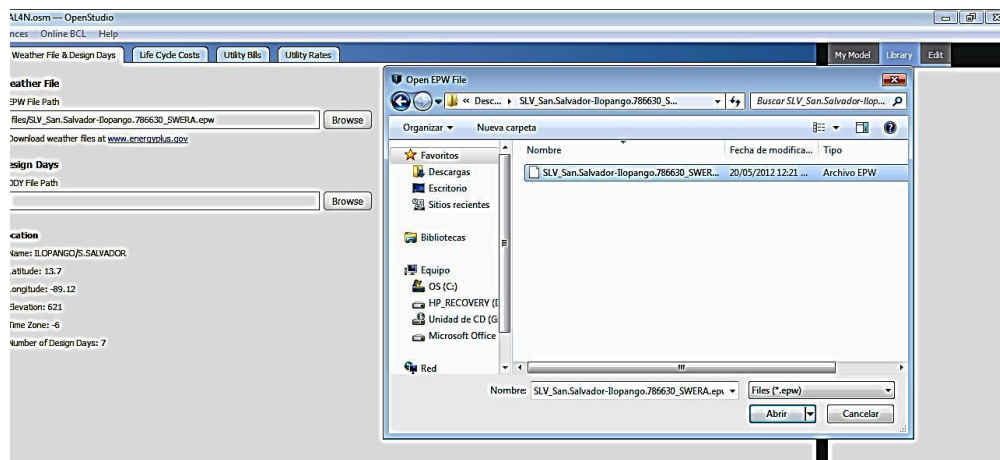


Figura 23. Selección del archivo del clima (.epw) en OpenStudio.

- **Scheludes.**

Dentro de esta pestaña se encuentran otras 3 opciones: Year Settin, Schelude Sets y Scheludes.

#### *Year Settin*

Esta pestaña se puede seleccionar el año del calendario y se puede editar el periodo del horario del verano activando *daylight saving time*.

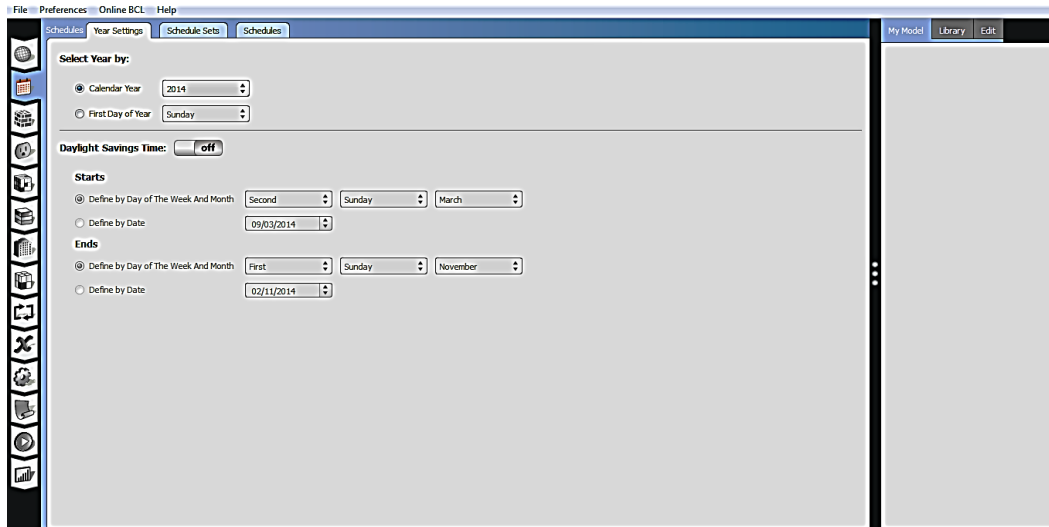


Figura 24. Opciones de Schedules.

### ***Schedule Sets.***

En esta pestaña se pueden editar conjuntos de horarios y crearlos siempre y cuando el tipo de horario corresponda al mismo tipo de horario de destino (horario número de persona, luminarias, equipo eléctrico, termostato, etc.).

- **Construcción.**

Esta opción contiene todo lo relacionado con los materiales de la construcción de cada una de las superficies creadas, si se escogió una plantilla del modelo estas serán seleccionadas por defecto y pueden ser editadas.

### ***Construction set.***

Esta opción muestra las construcciones seleccionadas para paredes, techos, puertas, ventanas, etc. Estas pueden ser modificadas seleccionando un tipo de construcción de *My Library* o *Library*.

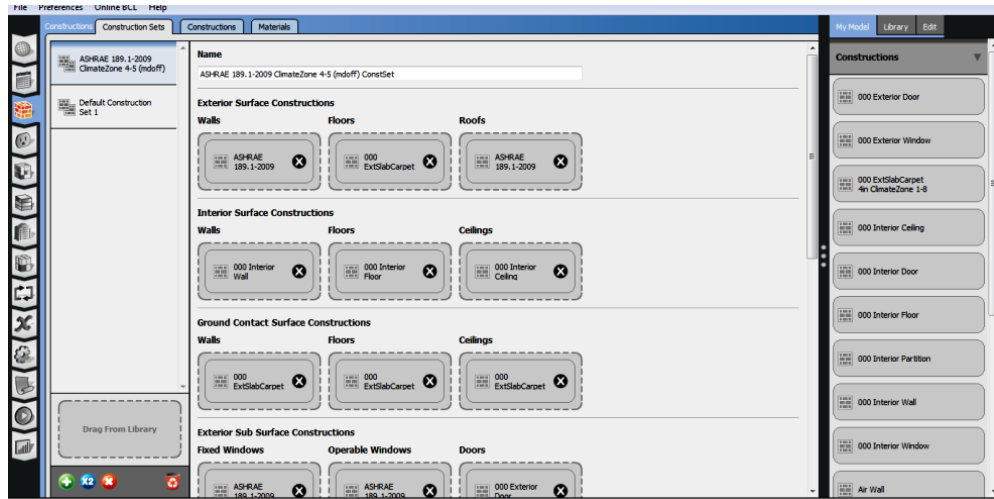


Figura 25. Opción de Construction set.

## Construction

Esta opción muestra los materiales de construcción seleccionados para una construcción específica, por ejemplo la *construcción 000 Exterior Door*, está construida con dos materiales *000 Fo8 Metal surface* y *000 Io1 25mm insulation*. Estos materiales pueden ser cambiados o agregar más.

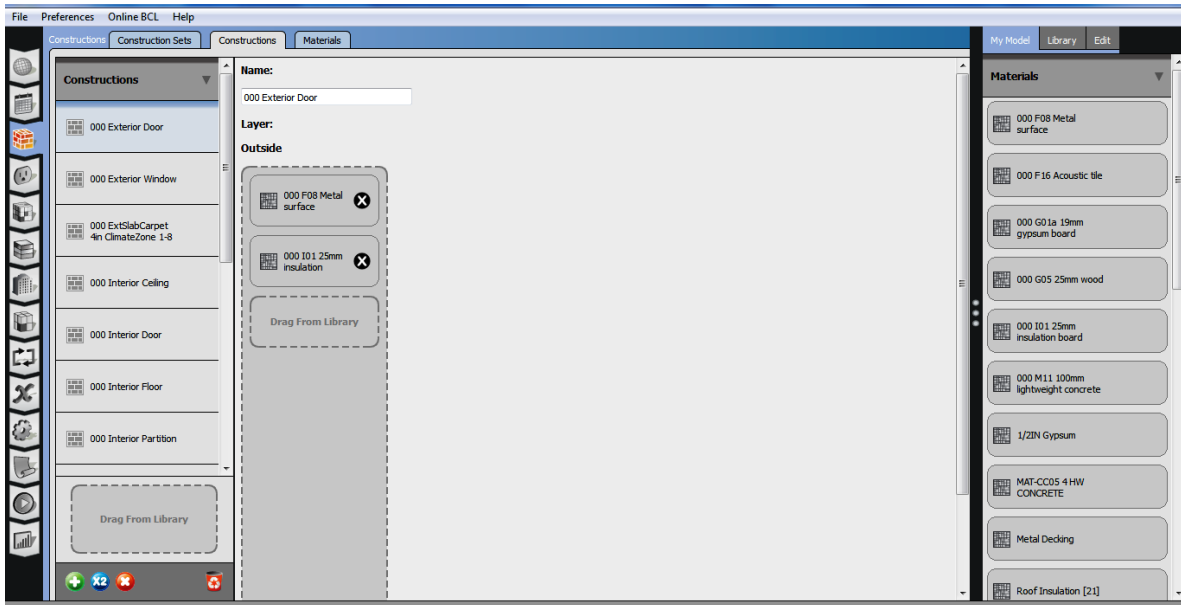


Figura 26. Materiales de construcción de la construcción 000 Exterior Door.

### **Materials.**

En esta opción se pueden editar las propiedades físicas de un material seleccionado.

### **Loads.**

En esta pestaña se pueden crear y editar cargas tanto eléctricas como cargas térmicas. Editando una carga existente por ejemplo una de tipo luces ASHRAE 189.1-2009 *ClimateZone 4-8 MediumOffice LightsDef*, para poder editar los valores de potencia, fracción de radiación o fracción visible es necesario colocarse sobre el campo cambiar según sea la necesidad.

### **Space Types.**

Esta opción muestra los diferentes tipos de espacios, las cargas que contiene y los horarios correspondientes a cada una de ellas. Por defecto solo existe un tipo de espacio si selecciono una plantilla.

### **Building Stories.**

Esta opción muestra el número de niveles del edificio, cada vez que se agrega un nuevo nivel (piso) en el modelo 3D de *Sketchup* se crea un nuevo *Bulding Story*.

Se puede crear nuevos niveles pero ya que se crean automáticamente solo se deberán editar el nombre si es deseado y llenar los campos de *Default Constructin Set* y *Default Schedule Set*, esto no es necesario esto se puede editar en la pestaña *Facility*.

### **Thermal Zone.**

Esta pestaña por defecto se encuentra vacía debido a que *OpenStudio* no sabe cuántos HVAC existen o cuantos flujos de aire natural hay. Por esa razón ya habiendo determinado cuantas Zonas Termales existen se deberán crear el número necesarias.

A continuación se describen los campos que se encuentran en esta pestaña *HVAC System*. Este campo se auto complementa cuando se agrega un HVAC.

### **Thermostat.**

En este campo se agregan los horarios con las temperaturas deseadas a determinada hora tanto como para enfriamiento como para calefacción.

### **Sizing Parameter.**

Estos campos están llenos por defecto pero se pueden editar, se recomienda solo cambiar las temperaturas de diseño como la temperatura del aire frio y la temperatura del aire caliente.

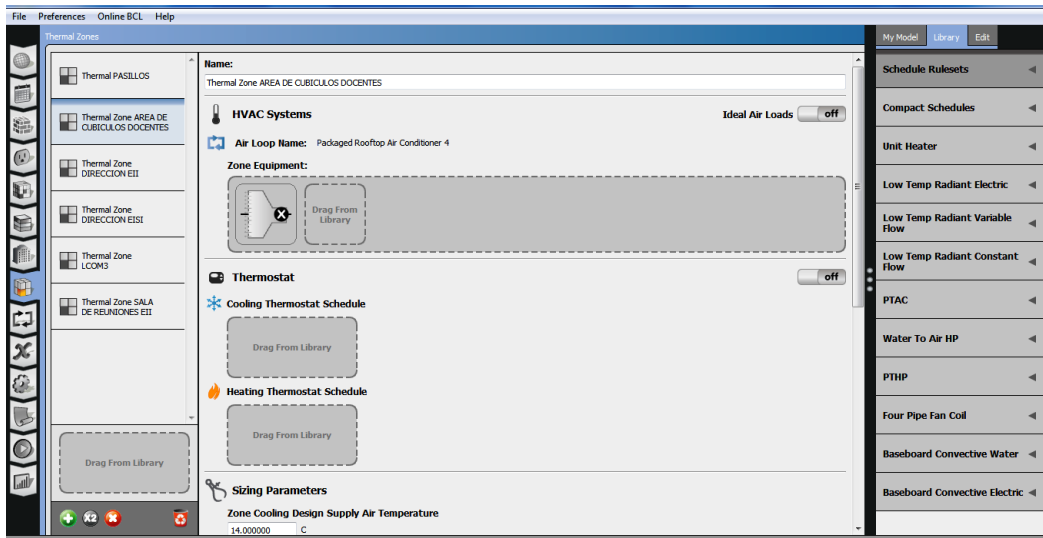


Figura 27. Pestaña Thermal Zones.

### ***HVAC Systems***

Esta pestaña ayuda a crear editar sistemas HVAC de una manera gráfica y amigable. Como se mencionó que por defecto no existen zonas terminas al igual no existen HVAC por lo cual tendrán que ser creadas.

### ***Output Variables.***

En esta pestaña se pueden elegir todas las posibles variables de salida para su respectivo análisis, como por ejemplo la energía calorífica irradiada por persona. Todas las variables de salida pueden ser activadas pero esto aumentara el tiempo de simulación, es recomendable activar solo las variables de salida de interés.

Cada una de las variables puede ser analizada en periodos de hora, semana, mes, espacios de tiempo, periodo de simulación y un periodo más detallado.

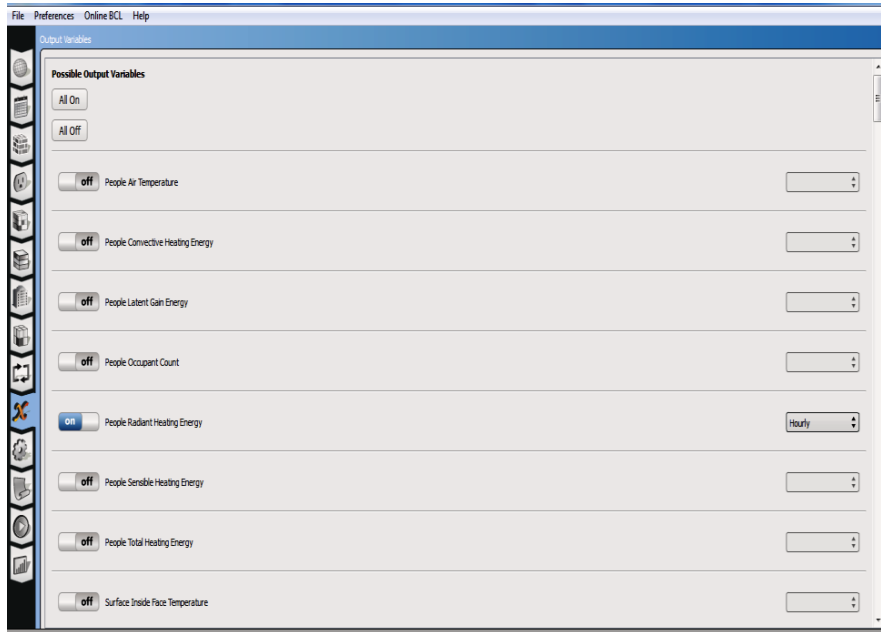


Figura 28. Pestaña Output Variables.

### ***Simulation Setting.***

En esta opción se puede modificar el periodo de simulación, cálculos que debe efectuar durante la simulación y los parámetros que controlan los algoritmos de cálculo que efectúa el motor de cálculo de *EnergyPlus*.

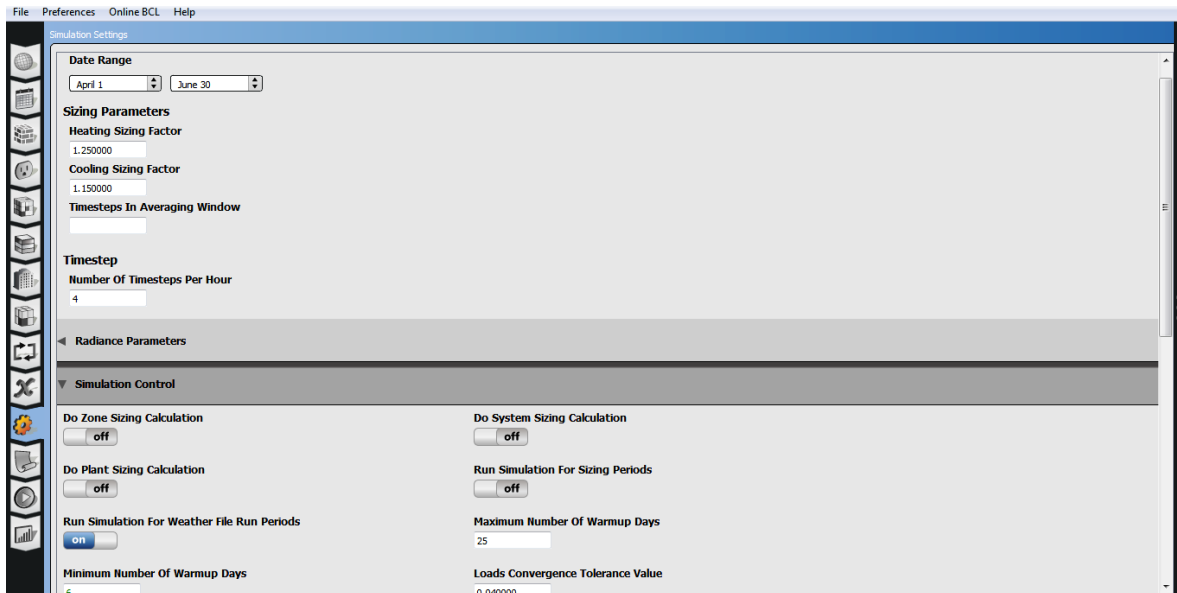


Figura 29. Pestaña Simulation Setting.

## Run Simulation.

En esta pestaña es para ejecutar la simulación y visualizar el árbol de variables de archivos de salida de *Energyplus*.

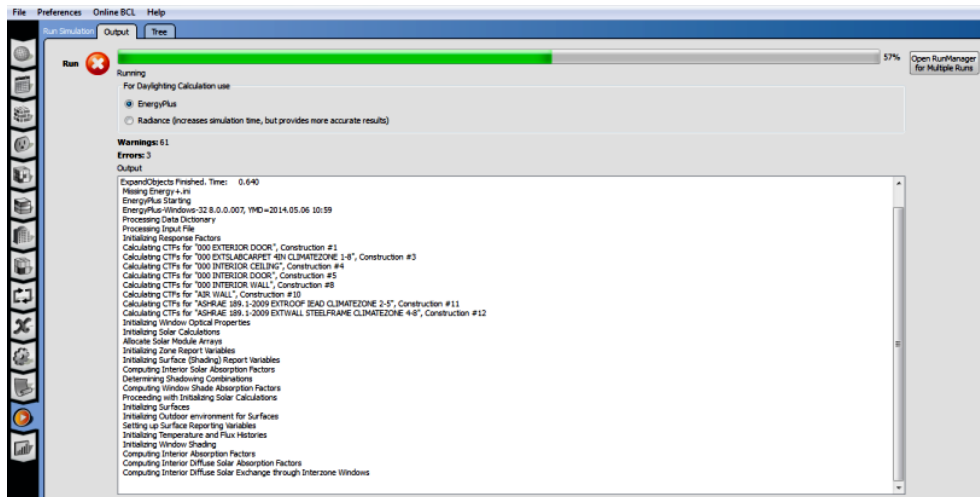


Figura 30. Simulación en proceso

### 5.4.5. Resultados de simulación.

Utilizando el motor *EnergyPlus*, con las variables configuradas correctamente se ejecuta la simulación, a continuación se muestran los resultados de la simulación en la interfaz de *Openstudio*.

| Reports:                                     | Results   OpenStudio |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |           |             | Total |
|--|----------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-----------|-------------|-------|
| <b>Electricity Consumption (kWh)</b>         |                      |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |           |             |       |
| Heating                                      | ---                  | ---        | ---        | ---        | ---        | ---        | ---        | ---        | ---        | ---        | ---        | ---       | ---         |       |
| Cooling                                      | 2,775,614            | 3,643,944  | 4,778,444  | 4,503,961  | 5,228,5    | 4,328,417  | 5,370,889  | 3,839,528  | 4,628,361  | 4,740,417  | 4,054,25   | 2,610,017 | 50,954,242  |       |
| Interior Lighting                            | 1,978,367            | 2,670,178  | 2,595,181  | 2,327,706  | 2,723,511  | 2,812,972  | 2,938,806  | 2,096,206  | 2,812,972  | 2,836,917  | 2,703,206  | 1,391,197 | 28,788,219  |       |
| Exterior Lighting                            | ---                  | ---        | ---        | ---        | ---        | ---        | ---        | ---        | ---        | ---        | ---        | ---       | ---         |       |
| Interior Equipment                           | 2,147,444            | 3,911,861  | 3,975,583  | 3,584,300  | 4,173,944  | 4,241,278  | 4,491,528  | 3,317,417  | 4,241,278  | 4,348,944  | 4,126,300  | 2,320,247 | 46,877,136  |       |
| Exterior Equipment                           | ---                  | ---        | ---        | ---        | ---        | ---        | ---        | ---        | ---        | ---        | ---        | ---       | ---         |       |
| Fans   | 823,903              | 908,867    | 951,542    | 885,625    | 977,919    | 987,95     | 1,028,433  | 851,336    | 987,95     | 1,003,236  | 962,833    | 790,328   | 11,127,722  |       |
| Pumps  | ---                  | ---        | ---        | ---        | ---        | ---        | ---        | ---        | ---        | ---        | ---        | ---       | ---         |       |
| Heat Rejection                               | ---                  | ---        | ---        | ---        | ---        | ---        | ---        | ---        | ---        | ---        | ---        | ---       | ---         |       |
| Humidification                               | ---                  | ---        | ---        | ---        | ---        | ---        | ---        | ---        | ---        | ---        | ---        | ---       | ---         |       |
| Heat Recovery                                | ---                  | ---        | ---        | ---        | ---        | ---        | ---        | ---        | ---        | ---        | ---        | ---       | ---         |       |
| Water Systems                                | ---                  | ---        | ---        | ---        | ---        | ---        | ---        | ---        | ---        | ---        | ---        | ---       | ---         |       |
| Refrigeration                                | ---                  | ---        | ---        | ---        | ---        | ---        | ---        | ---        | ---        | ---        | ---        | ---       | ---         |       |
| Generation                                   | ---                  | ---        | ---        | ---        | ---        | ---        | ---        | ---        | ---        | ---        | ---        | ---       | ---         |       |
| Total  | 8,725,328            | 11,034,800 | 12,300,790 | 11,301,488 | 13,103,874 | 12,962,017 | 13,826,656 | 10,194,487 | 12,970,501 | 12,927,514 | 11,845,395 | 6,981,789 | 137,687,319 |       |
| <b>Natural Gas Consumption (Million Btu)</b> |                      |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |           |             |       |

Figura 31. Resultados de Simulación Anual 2015

A continuación se presenta un la tabla resumen del resultado simulados estos datos de consumo de energía se usaran para el cálculo y propuestas de ahorros energéticos, como una referencia antes y después de la implementación de acciones de mejora del desempeño energético de cada uno de los sistemas del Edificio Administrativo de la FIA, de la Universidad de El Salvador.

Se detalla la demanda mensual del año 2015 por tipo de sistema (Aire Acondicionado, iluminación interior y Equipo eléctrico) del edificio.

| TABLA RESUMEN DE RESULTADOS SIMULADOS |                  |                            |                        |                     |
|---------------------------------------|------------------|----------------------------|------------------------|---------------------|
| MES                                   | A/C [kWh]        | ILUMINACION INTERIOR [kWh] | EQUIPO ELECTRICO [kWh] | TOTAL MENSUAL [kWh] |
| <b>ENERO</b>                          | 3598.917         | 1975.367                   | 3147.444               | 8721.728            |
| <b>FEBRERO</b>                        | 4552.411         | 2710.178                   | 3911.861               | 11174.45            |
| <b>MARZO</b>                          | 5724.986         | 2606.181                   | 3975.583               | 12306.75            |
| <b>ABRIL</b>                          | 5497.486         | 2321.706                   | 3684.308               | 11503.5             |
| <b>MAYO</b>                           | 6207.419         | 2723.511                   | 4173.944               | 13104.874           |
| <b>JUNIO</b>                          | 5908.367         | 2612.972                   | 4241.276               | 12762.615           |
| <b>JULIO</b>                          | 6399.322         | 2969.8                     | 4491.528               | 13860.65            |
| <b>AGOSTO</b>                         | 4700.864         | 2086.218                   | 3317.417               | 10104.499           |
| <b>SEPTIEMBRE</b>                     | 5516.311         | 2812.972                   | 4241.278               | 12570.561           |
| <b>OCTUBRE</b>                        | 5748.655         | 2886.917                   | 4346.944               | 12982.516           |
| <b>NOVIEMBRE</b>                      | 4956.883         | 2701.2                     | 4125.306               | 11783.389           |
| <b>DICIEMBRE</b>                      | 3210.345         | 1381.197                   | 2220.247               | 6811.789            |
| <b>TOTAL ANUAL</b>                    | <b>62021.966</b> | <b>29788.219</b>           | <b>45877.136</b>       | <b>137687.321</b>   |

Tabla 9. Resumen de resultados simulados para el año 2015.

#### 5.4.6. Validación de resultados.

Para validar el modelo de línea base, preliminarmente se tuvo que realizar una auditoria energética de consumo de energía eléctrica en el edificio administrativo de la FIA-UES. Debido a que no se cuentan con un histórico de facturas de consumo de energía del edificio, se instaló un medidor de consumo de energía en el mes de mayo.

A continuación se muestra la gráfica de comparación entre el consumo obtenido del medidor instalado en el edificio y del modelo de simulación utilizando *OpenStudio* para el mes de mayo 2015.

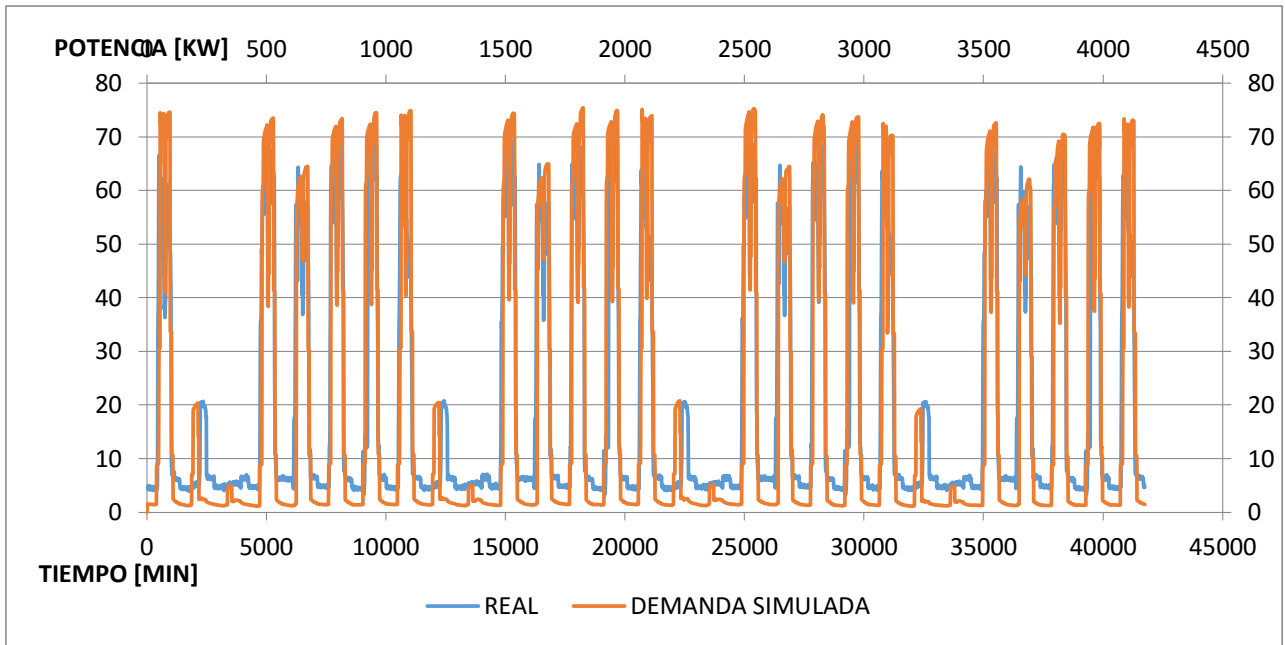


Gráfico 5. Comparación grafica de la demanda real y demanda simulada

Para validar el modelo simulado para posteriores planes de acción se comparó el consumo obtenido en el mes de mayo 2015 a través del medidor instalado en el edificio y el modelo en *OpenStudio*.

Para el cálculo del error tenemos:

Total Demanda Real del mes de mayo 2015: 13956.4015 KW/H


Total Demanda Simulada del mes de mayo 2015: 13543.685 KW/H

$$ERROR \% = \frac{\frac{KW}{H} \text{ Real} - \frac{KW}{H} \text{ de Simulacion}}{\frac{KW}{H} \text{ Real o medido}} * 100$$

$$ERROR \% = \frac{13956.401 \text{ kw/h} - 13543.685 \text{ kw/h}}{13956.401 \text{ kw/h}} * 100 = 2.957\% = 3\%$$


Por el grado tan bajo de error de 3% podemos concluir que el modelo de línea base es válido y es apto para usarlo en futuros planes de acción en el SGE.

#### 5.4.7. Propuesta de procedimiento para una auditoria energética interna

|   |  |  |                          |  |
|---|--|--|--------------------------|--|
|  | <b>Sistema de<br/>Gestión de la<br/>Energía.</b> | <b>Código: #<br/>PRO-SGE-<br/>AEI-01</b> | <b>Página: #<br/>1/7</b> |  |
|   |  |  |                          |  |

| <b>Tabla de contenido</b> |                    |             |
|---------------------------|--------------------|-------------|
| <b>Cap.</b>               | <b>Descripción</b> | <b>Pág.</b> |
| <b>1</b>                  | Objetivo           | 2           |
| <b>2</b>                  | Alcance            | 2           |
| <b>3</b>                  | Glosario           | 2           |
| <b>4</b>                  | Responsabilidades  | 3           |
| <b>5</b>                  | Desarrollo         | 5           |

| <b>Historial de Revisiones.</b> |   |                               |                        |
|---------------------------------|---|-------------------------------|------------------------|
| <b>Sección<br/>modificada</b>   | <b>Cambios</b>  | <b>Versión<br/>modificada</b> | <b>Fecha de cambio</b> |
| Todas                           | Codificación, título, estructura y redacción del documento. | 1                             | Agosto 2015            |

|   |  |  |                          |
|---|--|--|--------------------------|
|  | <b>Sistema de Gestión<br/>de la Energía.</b> | <b>Código: #<br/>PRO-SGE-AEI-<br/>01</b>   | <b>Página: #<br/>2/7</b> |
| <b>Título: Auditoría energética interna.</b>                                      | <b>Revisión: 0</b>                           | <b>Fecha de actualización:<br/>08/2015</b> |                          |

### 1. Objetivo.

Identificar los factores que afectan el consumo de energía eléctrica así como su costo asociad. Definir un método para obtener un conocimiento del consumo para detectar y evaluar las distintas oportunidades de ahorro y mejora de la eficiencia energética en el edificio administrativo de la facultad de ingeniería y arquitectura de la Universidad de El Salvador u otras edificaciones de la facultad.

### 2. Alcance.

Este documento tiene una descripción de la metodología para identificar todas las instalaciones, sistemas y equipos del edificio que requieren un uso significativo de energía en el edificio administrativo de la facultad de ingeniería y arquitectura de la Universidad de El Salvador.


### 3. Glosario.

- 3.1. **Plan de acción:** reacción del SGE en base a los objetivos y metas de la organización.
- 3.2. **Metas:** acción inmediata y de mejora. Está relacionada con los objetivos.
- 3.3. **Objetivos:** propósito de la organización para la mejora del SGE.
- 3.4. **Desempeño energético:** resultados medibles de la gestión que hace una organización de sus aspectos energéticos.
- 3.5. **Alta dirección:** grupo de personas que controlan en el más alto nivel la organización.
- 3.6. **Ahorro de energía:** el ahorro de la energía se puede conseguir tanto por equipos más eficientes como por la aplicación de prácticas más responsables con los equipos que los consumen.
- 3.7. **Auditoría energética:** es una inspección, estudio y análisis de los flujos de energía en un edificio, proceso o sistema con el objetivo de comprender la energía dinámica del sistema bajo estudio.

### 3.7 Acrónimos.

3.8 **SGE:** Sistema de Gestión de la Energía.

3.9 **FIA:** Facultad de Ingeniería y Arquitectura.

|   |  |  |                          |
|---|--|--|--------------------------|
|  | <b>Sistema de Gestión<br/>de la Energía.</b> | <b>Código: #<br/>PRO-SGE-AEI-<br/>01</b>   | <b>Página: #<br/>3/7</b> |
| <b>Título: Auditoría energética interna.</b>                                      | <b>Revisión: 0</b>                           | <b>Fecha de actualización:<br/>08/2015</b> |                          |

3.10 **UES:** Universidad de El Salvador.

#### **4. Responsabilidades.**

##### **4.1. Representante de la alta dirección.**


- 4.1.1. Determinar quiénes integraran el equipo de auditoría interna en conjunto con el comité de eficiencia energética de la facultad.
- 4.1.2. Establecer mesas de trabajo con el comité de eficiencia energética.
- 4.1.3. Facilitar la documentación necesaria al equipo auditor para la ejecución de la auditoría.
- 4.1.4. Verificar el progreso y calidad de la auditoría.
- 4.1.5. Evaluar propuestas de ahorro energético propuestas por el equipo auditor.
- 4.1.6. Revisar resultados de la auditoría interna.

##### **4.2. Comité de eficiencia energética.**

- 4.2.1. Elegir y supervisar al equipo que realizará la auditoría interna.
- 4.2.2. Tener reuniones periódicas con el equipo auditor y representante de la alta dirección para conocer los avances de la auditoría.
- 4.2.3. Verificar la factibilidad de ejecución de los objetivos, metas y planes de acción propuestos por el equipo auditor.
- 4.2.4. Apoyar al equipo auditor facilitando la documentación, personal y todos los recursos necesarios para llevar a cabo la auditoría.
- 4.2.5. Revisar los resultados de la auditoría interna.

##### **4.3. Equipo auditor.**

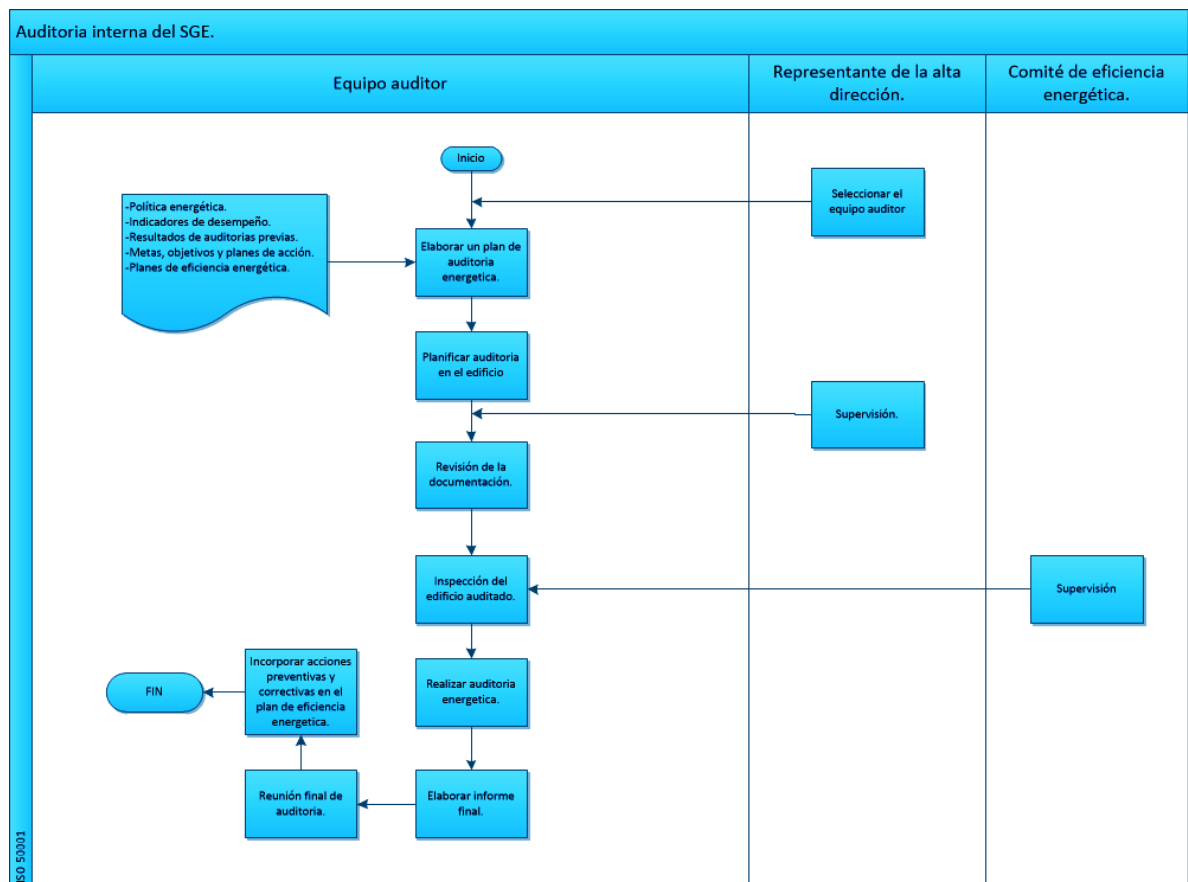
- 4.3.1. Planificar la auditoría energética al edificio seleccionado.
- 4.3.2. Elaboración de reportes y documentación necesaria que respalde la auditoría. Deberá ser entregada al representante de la alta dirección.


|   |  |  |  |
|---|--|--|--|
|  | <h2>Sistema de Gestión de la Energía.</h2> | <b>Código: #</b><br><b>PRO-SGE-AEI-</b><br><b>01</b> | <b>Página: #</b><br><b>4/7</b>                   |
| <b>Título: Auditoría energética interna.</b>                                      |  | <b>Revisión: 0</b>                                   | <b>Fecha de actualización:</b><br><b>08/2015</b> |

- 4.3.3. Hacer propuestas de corrección y preventivas para los problemas identificados en el edificio con el fin de mejorar la eficiencia energética.
- 4.3.4. Programar reuniones periódicas con la alta dirección y comité de eficiencia energética de la facultad para informar los avances de la auditoría.
- 4.3.5. Realizar documento final y presentarlo al representante de la alta dirección.

## 5. Desarrollo.

### 5.1. Diagrama de flujo del procedimiento.



|   |  |  |                          |
|---|--|--|--------------------------|
|  | <b>Sistema de Gestión<br/>de la Energía.</b> | <b>Código: #<br/>PRO-SGE-AEI-<br/>01</b>   | <b>Página: #<br/>5/7</b> |
| <b>Título: Auditoría energética interna.</b>                                      | <b>Revisión: 0</b>                           | <b>Fecha de actualización:<br/>08/2015</b> |                          |

| Ítem     | Responsable                         | Descripción   |
|----------|-------------------------------------|---|
| <b>1</b> | Representante de la alta dirección. | <b>Elegir equipo auditor interno.</b><br><br>El equipo deberá ser competente y consensado con el comité de eficiencia energética.   |
| <b>2</b> | Equipo auditor                      | <b>Elaborar plan de auditoría energética.</b><br><br>Dentro del plan de auditoría deberá contemplar los indicadores de desempeño más recientes, así también el plan deberá estar alineado con la política energética de la organización, metas y objetivos.<br><br>En este apartado se deberá elegir en conjunto con el representante de la alta dirección el edificio a auditar. |
| <b>3</b> | Equipo auditor                      | <b>Planificar auditoría.</b><br><br>Se seleccionará el rubro o línea de consumo de energía.<br><br>Ejemplo: equipo eléctrico de oficina, equipo de aire acondicionado, iluminación, etc.  |
| <b>4</b> | Representante de la alta dirección  | <b>Supervisión.</b><br><br>La elección de la línea de consumo de energía y edificio a auditar será consensada con el representante de la alta dirección y este deberá tener un papel activo y dinámico en el proceso de ejecución de la auditoría.  |
| <b>5</b> | Equipo auditor.                     | <b>Ejecución de la auditoría.</b>   |

|    |   |  |
|----|---|--|
|    |   | Seguidamente se realizará la auditoria y la metodología utilizada será de libre elección del equipo auditor.   |
| 6  | Comité de eficiencia energética.  | <p><b>Supervisión.</b></p> <p>La supervisión será coordinada junto al representante de la alta dirección. Puede realizarse a nivel documental a través de los informes de avance de la auditoria realizados por el equipo auditor con el fin de verificar que elaboración de la auditoria este a fin a las metas, objetivos y política energética de la organización.</p> <p>El comité de eficiencia energética deberá apoyar al equipo auditor en el apartado técnico y facilitando todo aquella documentación que se necesite.</p> |
| 7. | Equipo auditor  | <p><b>Reunión final de auditoria.</b></p> <p>En esta reunión se mostrara el informe final de la auditoria. El equipo auditor mostrara los resultados de la auditoria al comité de eficiencia energética y representante de la alta dirección.</p>  |
| 8. | Comité de eficiencia energética.<br>Representante de la alta dirección. | <p><b>Reunión final de auditoria.</b></p> <p>Se hará un conceso entre el equipo auditor, comité de eficiencia energética y representante de la alta dirección para incorporar al informe final planes de acción, acciones correctivas y preventivas en el plan de eficiencia energética.</p> <p>Las acciones correctivas y preventivas deberán ir apegadas a la política energética, metas y objetivos del SGE de la organización. A su vez, su alcance y viabilidad estarán ajustados al tamaño de la organización.</p>             |

#### 5.4.8. Indicadores de desempeño energético.

El objetivo principal de este apartado es establecer indicadores de desempeño energético (IDE) actuales para la organización. Estos indicadores son medidas cuantificables que sirven para comparar y así poder establecer medidas para su mejoramiento.

A continuación se describen los IDE más representativos para el edificio de administración académica FIA-UES.

- **Intensidad de uso de la energía del edificio (IUEE).**

Mide el consumo de energía por área funcional y se define de la siguiente manera:

$$IUEE = \frac{\text{Uso de la energía del edificio}}{\text{Área funcional}}$$

Sus unidades son kWh/m<sup>2</sup>, el valor del uso de la energía es el consumo total, que se obtuvo de la simulación con *EnergyPlus*, por lo tanto:

$$IUEE = \frac{137,087.319 \text{ kWh}}{2513.99 \text{ m}^2} = 54.52 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2/\text{año}}$$

#### **Intensidad de costo de la energía eléctrica (ICEE)**

Este IDE mide el costo de la energía por área funcional, sus unidades son \$/m<sup>2</sup> y se calcula de la siguiente forma:

$$ICEE = \frac{\text{Costo de la energía}}{\text{Área funcional}}$$

Para este indicador, tomaremos las cuotas vigentes de CAES del 15 de enero al 15 de abril publicadas en los pliegos tarifarios de la SIGET, y se tomará como mes base el mes con menos días festivos, Junio. Se toman las cuotas vigentes de este periodo ya que las cuotas a partir del 15 de abril, disminuyeron, por lo tanto para establecer costos de referencia, utilizaremos las tarifas vigentes más altas que corresponden a ese periodo.

De los datos simulados se obtiene la siguiente tabla para el mes de referencia:

| valle   | resto      | punta   | Costo Total |
|---------|------------|---------|-------------|
| \$54.74 | \$2,404.20 | \$70.89 | \$2,529.84  |

Para obtener el coste anual, se consideran los siguientes factores principales que afectan al consumo mensual:

- En enero se trabajan solamente 2 semanas y medio.
- En marzo se trabajan sólo 3 semanas.
- En agosto se trabajan sólo 3 semanas.
- Diciembre sólo se trabajan 2 semanas.

Con estas consideraciones se obtienen los siguientes resultados (2015).

| <b>Costo de energía 2015</b> |                  |                     |                  |                     |
|------------------------------|------------------|---------------------|------------------|---------------------|
| MES                          | VALLE            | RESTO               | PUNTA            | TOTAL               |
| <b>Enero</b>                 | \$21.90          | \$ 961.68           | \$28.36          | \$1,011.94          |
| <b>Febrero</b>               | \$54.74          | \$2,404.20          | \$70.89          | \$2,529.84          |
| <b>Marzo</b>                 | \$41.06          | \$1,803.15          | \$53.17          | \$1,897.38          |
| <b>Abril</b>                 | \$54.74          | \$2,404.20          | \$70.89          | \$2,529.84          |
| <b>Mayo</b>                  | \$49.27          | \$2,163.78          | \$63.80          | \$2,276.86          |
| <b>Junio</b>                 | \$14.62          | \$ 551.49           | \$16.11          | \$ 582.22           |
| <b>Julio</b>                 | \$54.74          | \$2,404.20          | \$70.89          | \$2,529.84          |
| <b>Agosto</b>                | \$41.06          | \$1,803.15          | \$53.17          | \$1,897.38          |
| <b>Septiembre</b>            | \$54.74          | \$2,404.20          | \$70.89          | \$2,529.84          |
| <b>Octubre</b>               | \$54.74          | \$2,404.20          | \$70.89          | \$2,529.84          |
| <b>Noviembre</b>             | \$54.74          | \$2,404.20          | \$70.89          | \$2,529.84          |
| <b>Diciembre</b>             | \$27.37          | \$1,202.10          | \$35.45          | \$1,264.92          |
| <b>Total</b>                 | <b>\$ 523.72</b> | <b>\$ 22,910.59</b> | <b>\$ 675.43</b> | <b>\$ 24,109.74</b> |

Tabla 10. Costo de la energía eléctrica para el año 2015 en el edificio administrativo.

Entonces, tenemos:

$$ICEE = \frac{\$24,109.74 - \text{año}}{2513.99 \text{ m}^2} = 9.59 \frac{\$/\text{año}}{\text{m}^2}$$

### **Intensidad de la demanda eléctrica del edificio (IDEE)**

Este indicador muestra el valor de la demanda eléctrica del edificio (Watts) por unidad de área (m<sup>2</sup>), y se define de la siguiente manera:

$$IDEE = \frac{\text{Demanda eléctrica del edificio}}{\text{Área funcional}}$$

La densidad de potencia promedio es de 15.6492 kW, por lo tanto la IDEE queda:

$$IDEE = \frac{15,649.2 \text{ W}}{2513.99 \text{ m}^2} = 6.22 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$

### **Consumo energético de acondicionamiento ambiental (CEEA)**

Relaciona el consumo de aire acondicionado con el área acondicionada y las condiciones exteriores de temperatura.

$$CEEA = \frac{\text{Consumo energético del aire acondicionado}}{\text{Área funcional} * \text{temperatura promedio exterior}}$$

De los datos simulados se obtuvo el consumo energético del acondicionamiento ambiental de 62,021.964 kWh (sumando los datos de cooling + fans) y la temperatura promedio exterior es de 28°C<sup>13</sup>, por lo tanto:

$$CEEA = \frac{62,021.946 \text{ kWh}}{28^{\circ}\text{C} * 2519.99 \text{ m}^2} = 0.88 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \text{ } ^{\circ}\text{C} - \text{año}}$$

### **Consumo energético específico ajustado por tasa de utilización (CEEAU).**

Consiste en dividir el consumo energético del edificio entre el área funcional, aplicando además un factor de utilización, U. el cual toma en consideración la utilización del edificio a comparación de la máxima utilización posible.

$$CEEAU = \frac{\text{Consumo energético}}{u * \text{área Funcional}}$$

---

<sup>13</sup>Temperatura promedio para la zona de San Salvador, SNET, 2015.

Dónde “u”, según el código NEC 2014:

$$u = F_u = \frac{\text{carga máxima}}{\text{capacidad instalada}}$$

La capacidad instalada se obtiene de sumar todas las cargas del edificio y tiene el valor de 15.898 kW, mientras que la demanda máxima es 15.6492 kW, entonces:

$$u = F_u = \frac{15.649}{15.989} = 0.97$$

Esto concuerda con la tabla 220.42 del NEC 2014 en la que dice que el factor de demanda de para instalaciones como esta es del 100%.

El índice por lo tanto:

$$CEEAU = \frac{137,087.319 kWh}{0.97 * 2513.99 m^2} = 56.22 \frac{kWh/año}{m^2}$$

### **Intensidad energética de uso (IEU)**

Este indicador se define como el consumo energético por persona, y permite medir la eficiencia en el uso del espacio.

$$IEU = \frac{\text{consumo energético}}{\text{personas/año}}$$

Para el cálculo de este indicador se tomó se consideraron los info-centros siempre llenos (100 personas), y las personas promedio por hora se obtienen de la simulación y son aproximadamente 16.48, por lo tanto el total de personas hora = 16.48.

$$IEU = \frac{137,087.319 kWh}{117 \text{ personas/año}} = 1,171.69 \frac{kWh}{\text{persona} - \text{año}}$$

- **Intensidad de costo de la energía eléctrica por persona (ICEEP)**

$$CEE = \frac{\$24,109.74 - \text{año}}{117 \text{ personas}} = 206.07 \frac{\$/año}{\text{per.}}$$

| RESUMEN INDICADORES DE DESEMPEÑO ENERGÉTICO.                              |  |   |  |
|---|--|---|--|
| Intensidad de Uso de la energía (IUEE)                                    | $= \frac{\text{Uso de la energía del edificio}}{\text{Área funcional}}$  | $= \frac{137,087.319 \text{ kWh}}{2513.99 \text{ m}^2}$                   | $= 54.52 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2}$                                    |
| Intensidad de costo de la energía eléctrica (ICEE)                        | $= \frac{\text{Costo de la energía}}{\text{Área funcional}}$   | $= \frac{\$24,109.74 - \text{año}}{2513.99 \text{ m}^2}$                  | $= 9.59 \frac{\$/\text{año}}{\text{m}^2}$                                  |
| Intensidad de la demanda eléctrica (IDEE)                                 | $= \frac{\text{Demanda eléctrica del edificio}}{\text{Área funcional}}$  | $= \frac{15,649.2 \text{ W}}{2513.99 \text{ m}^2}$                        | $= 6.22 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$                                       |
| Consumo energético de acondicionamiento ambiental (CEAA)                  | $= \frac{\text{Consumo energético del aire acondicionado}}{\text{Área funcional}} * \text{Temp prom exterior}$ | $= \frac{62,021.946 \text{ kWh}}{28^\circ\text{C} * 2519.99 \text{ m}^2}$ | $= 0.88 \frac{\frac{\text{kWh}}{\text{m}^2}}{^\circ\text{C} - \text{año}}$ |
| Consumo energético específico ajustado por tasa de utilización (CEEAU).   | $= \frac{\text{Consumo energético}}{u * \text{área Funcional}}$  | $= \frac{137,087.319 \text{ kWh}}{0.97 * 2513.99 \text{ m}^2}$            | $= 56.22 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2/\text{año}}$                         |
| Intensidad energética de uso (IEU)  | $= \frac{\text{consumo energético}}{\text{personas/año}}$  | $= \frac{137,087.319 \text{ kWh}}{117 \text{ per/año}}$                   | $= 1,171.69 \frac{\text{kWh}}{\text{persona} - \text{año}}$                |
| Intensidad de costo de la energía eléctrica por persona (ICEE)            | $\frac{\text{Costo de la energía}}{\text{personas/año}}$   | $= \frac{\$24,109.74 - \text{año}}{117 \frac{\text{per}}{\text{año}}}$    | $= 206.07 \frac{\$/\text{año}}{\text{persona}}$                            |
| <b>Indicadores de desempeño en base datos de línea base del año 2015.</b> |  |   |  |

Tabla 10. Indicadores de desempeño del edificio administrativo de la FIA.

#### 5.4.9. Oportunidades de mejora.

Las oportunidades de mejora detectadas en la revisión energética del edificio administrativo de la FIA-UES, enfocadas en los resultados del análisis de Pareto antes realizado. Donde el equipo eléctrico y aire acondicionado muestran un gran uso significativo de la energía eléctrica dentro del edificio.

En la revisión energética, se detectaron falencias a nivel de gestión de la energía en estas dos categorías y a la vez ideas de mejora, entre ellas tenemos:

**Aires acondicionados:**

- No se consideró colocar cortasoles u otro sistema que ayude a disminuir las altas temperaturas para aquellas áreas donde el sol incide directamente, la utilización de estos elementos conlleva a una disminución de temperatura interna.
- Equipos instalados con bajo EER y no calculados en proporción al área de enfriamiento.
- La construcción del edificio no posea aislamiento térmico. Esto beneficiaría a los equipos de aires acondicionado y al confort de los empleados. La reducción de temperatura es proporcional al esfuerzo energético de los equipos de aire acondicionado.
- En algunas áreas del edificio hay una deficiente distribución de los conductos de las unidades evaporadoras. Por ejemplo, la sala de reuniones del tercer nivel está siendo enfriado por dos aires acondicionados, uno de 4 y 2 TON.

**Equipo eléctrico.**

- El equipo eléctrico (fotocopadoras, computadoras, UPS, cafeteras, etc.) por la naturaleza de estos equipos son utilizados durante toda la jornada laboral, por lo cual es inevitable el uso constante. Por lo cual se recomienda la el uso eficiente de estos equipos primeramente por la concientización del personal sobre el uso adecuado de estos equipos. Tomar muy en cuenta, en la medida que vaya reemplazando los equipos actuales por deterioro considerar en la compra de los nuevos equipos la eficiencia energética de estos.

**Propuestas de mejora arquitectónicas y tecnológicas.**

Propuesta tecnológica.

*Cambio de aires acondicionado.*

Se propone para este estudio el cambio de aires acondicionado por unos mucho más eficientes y con una tecnología disponible en el país como lo son los “*inverter*”.

**Descripción del nuevo equipo.**

| Descripción  | CAPACIDAD   |
|--|-------------|
| Mini-Split 22 KBTU 220/1 R410, 15 SEER LI024CI-160P432 LENOX | 2 Toneladas |
| Mini-Split 39 KBTU 220/1, BIN 1839C2V02 INNOVAIR, 15 SEER    | 4 toneladas |

Tabla 11. Descripción técnica de aires acondicionados inverter.

La tecnología *inverter* sirve para regular el voltaje, la corriente y la frecuencia de un aparato, es un circuito de conversión de energía.

Un sistema de climatización tradicional que quiera, por ejemplo, enfriar una habitación a una determinada temperatura lo hará repitiendo continuamente ciclos de encendido/apagado, mientras que uno con *Inverter* llevará más rápidamente la habitación a la citada temperatura sin necesitar después esos ciclos. En el gráfico siguiente representa la temperatura en esa habitación empleando un sistema tradicional y la de uno con *Inverter*.

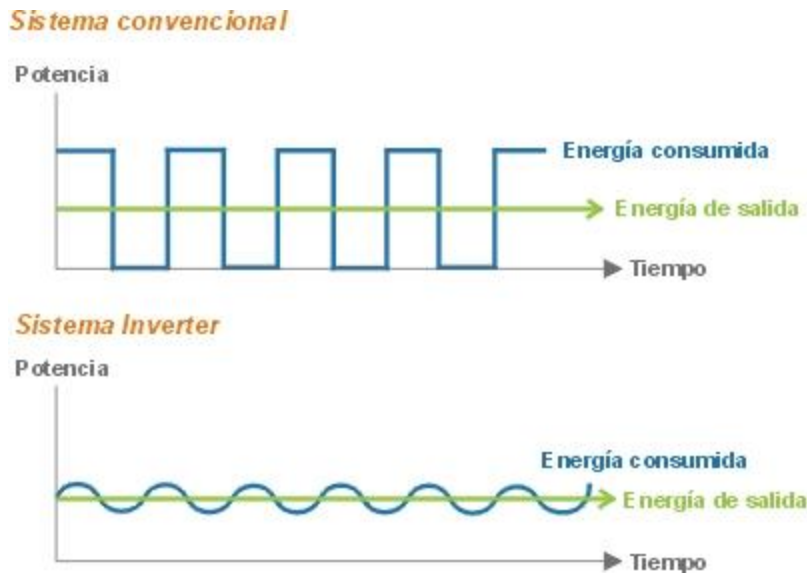


Figura 32. Comportamiento Potencia vs. Tiempo A/C Inverter y A/C tradicional.

#### Ventajas:

1. Pueden llegar a suponer un ahorro energético de hasta el 50%.
2. Alcanzan más rápidamente la temperatura requerida, calentando o enfriando una habitación en la mitad de tiempo que un sistema convencional.
3. Impiden los cambios bruscos, proporcionando una temperatura uniforme, y distribuyen el aire alrededor de una zona más amplia que otros sistemas, por lo que aumenta la sensación de confort y bienestar.
4. La emisión de CO<sub>2</sub> es menor que la de otros aparatos.
5. El nivel de ruido es notablemente inferior.
6. La vida útil del equipo es mayor, al evitar continuos arranques y paradas del motor.
7. Es un producto muy respetuoso con la salud y el medio ambiente.

## Simulación.

Se ha realizado la simulación y comparación de ambos escenarios, el primero con los aires acondicionados actuales y otro con los nuevos equipos de tecnología inverter. Solo se ha tomado en cuenta el cambio de aires acondicionado de 2 y 4 toneladas ya que actualmente (2016) solo esos están disponibles en el país.

Comparación por niveles del edificio:

- Nivel 1

| TOTAL A/C ACTUAL (kWh) | TOTAL A/C INVERTER(kWh) |
|------------------------|-------------------------|
| 275.0595503            | 30.92140132             |
| <b>AHORRO</b>          | <b>244.138149</b>       |

Tabla 12. Datos comparativos de kWh.

Las siguientes graficas corresponden a las zonas descritas en OpenStudio. Se ha comparado el equipo actual vs el equipo inverter y el contraste que hay con eficiencia de ambos (EER vs SEER).

Las gráficas muestran el efecto de la eficiencia de los equipos inverter reflejado en el perfil de demanda.

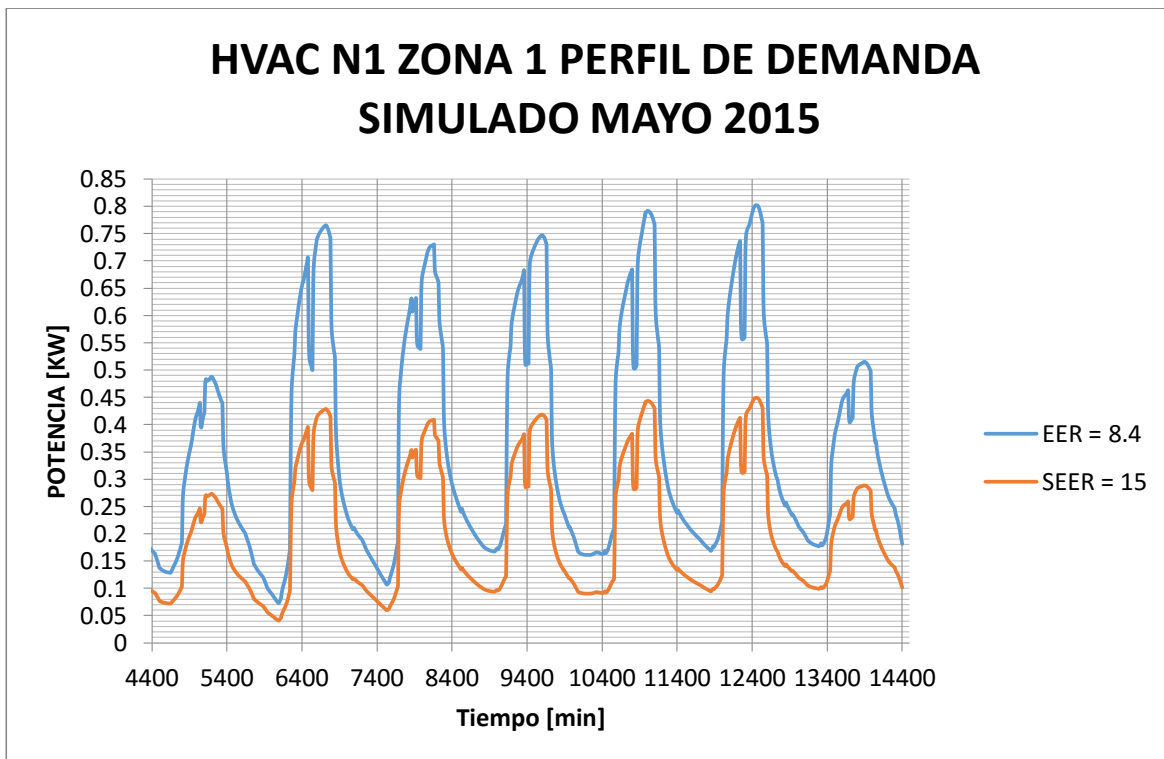


Gráfico 6. Comparación A/C inverter vs A/C actuales. Nivel 1, zona 1

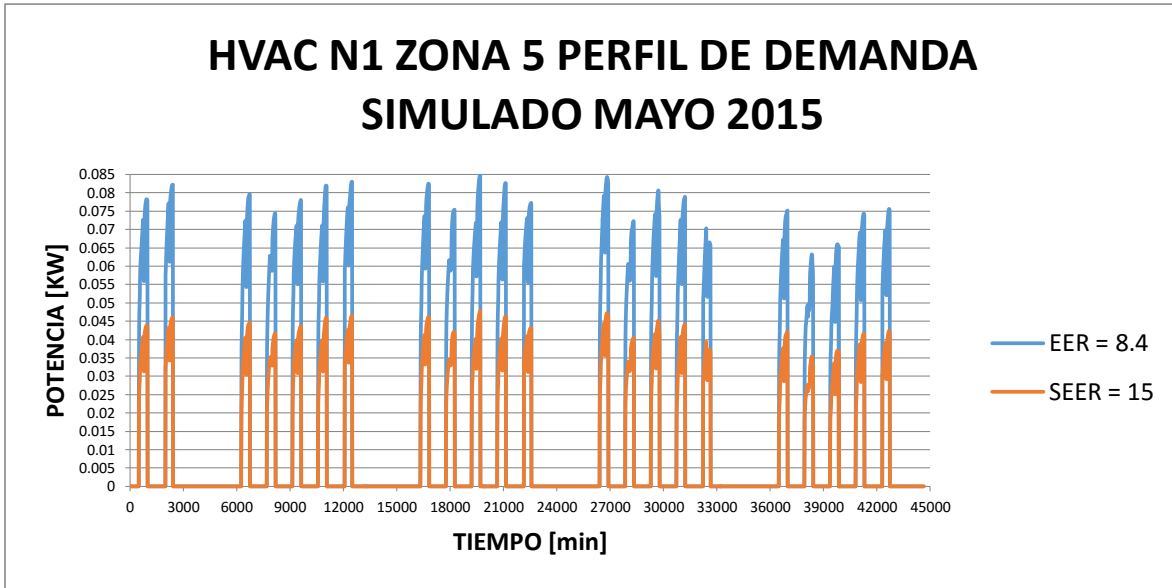


Gráfico 7. Comparación A/C inverter vs A/C actuales. Nivel 1, zona 5

- **Nivel 2.**

| NIVEL 2                |                          |
|------------------------|--------------------------|
| TOTAL A/C ACTUAL (kWh) | TOTAL A/C INVERTER (kWh) |
| 292.3815261            | 163.7473115              |
| AHORRO                 | 128.6342147              |

Tabla 13. Datos comparativos de kWh.

Las siguientes graficas corresponden a las zonas descritas en OpenStudio. Se ha comparado el equipo actual vs el equipo inverter y el contraste que hay con eficiencia de ambos (EER vs SEER).

Las gráficas muestran el efecto de la eficiencia de los equipos inverter reflejado en el perfil de demanda.

## HVAC N2 ZONA2 PERFIL DE DEMANDO SIMULADO MAYO 2015

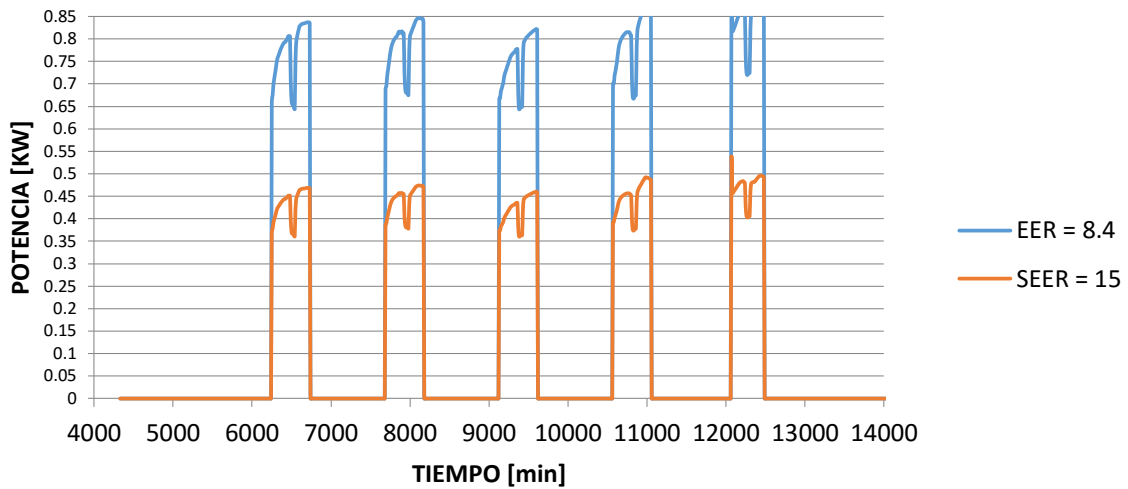


Gráfico 8. Comparación A/C inverter vs A/C actuales. Nivel 2, zona 2

## HVAC N3 ZONA 3 PERFIL DE DEMANDA SIMULADO MAYO 2015

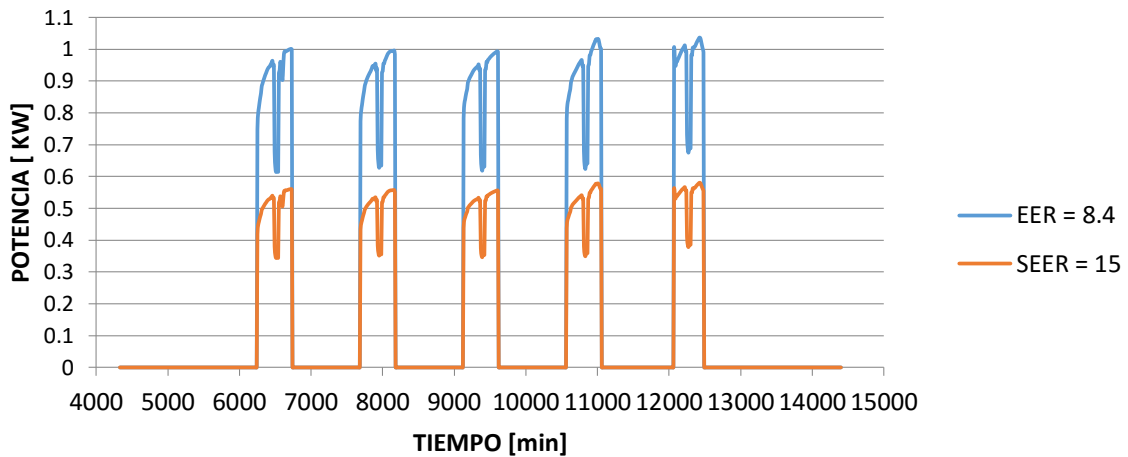


Gráfico 9. Comparación A/C inverter vs A/C actuales. Nivel 2, zona 3.

A continuación se presentan el consumo estimado anual con el equipo de aires acondicionado actual y la nueva propuesta (inverter) utilizando la herramienta de simulación “*OpenStudio*”

Se ha considerado el equipo eléctrico, luminarias y aires acondicionado y se ha contemplado el año 2015 como base.

**Consumo actual:**

- Consumo anual estimado con el nuevo equipo de aire acondicionado:

| Consumo anual de electricidad (kWh) |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |                 |
|-------------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|-----------------|
|                                     | Enero         | Febrero       | Marzo         | Abril         | Mayo          | Junio         | Julio         | Agosto        | Septiembre    | Octubre       | Noviembre     | Diciembre     | Total           |
| <b>Cooling</b>                      | 3,447.50      | 3,245.39      | 4,674.06      | 4,854.72      | 4,646.14      | 4,397.64      | 4,807.42      | 4,329         | 4,038.56      | 4,207.31      | 3,609.14      | 3,409         | 49,665.86       |
| <b>Luminaria interior</b>           | 1975.367      | 2710.178      | 2606.181      | 2321.706      | 2723.511      | 2612.972      | 2969.8        | 2086.218      | 2812.972      | 2886.917      | 2701.2        | 1381.197      | 29788.219       |
| <b>Equipo electrico</b>             | 3147.444      | 3911.861      | 3975.583      | 3684.308      | 4173.944      | 4241.276      | 4491.528      | 3317.417      | 4241.278      | 4346.944      | 4125.306      | 2220.247      | 45877.136       |
| <b>Fans</b>                         | 874.781       | 794.175       | 876.528       | 865.35        | 850.372       | 865.35        | 897.072       | 854.236       | 865.35        | 874.781       | 840.942       | 900.939       | 10,359.88       |
| <b>Total</b>                        | 11,520.28     | 10,532.89     | 12,646.20     | 12,846.27     | 12,408.10     | 12,328.52     | 13,147.16     | 12,094.83     | 11,969.43     | 12,280.09     | 11,289.91     | 11,691.91     | 144,755.58      |
| <b>Ahorro</b>                       | <b>570.41</b> | <b>530.45</b> | <b>684.93</b> | <b>698.44</b> | <b>695.45</b> | <b>653.61</b> | <b>696.43</b> | <b>655.30</b> | <b>616.02</b> | <b>644.39</b> | <b>575.92</b> | <b>564.62</b> | <b>7,585.98</b> |

Tabla 14. Consumo anual con el nuevo aire acondicionado.

De los resultados anteriores tenemos que al año utilizando los aires acondicionados con tecnología “inverter” se tiene un ahorro anual (2015) de 7,585.98 kWh lo cual es muy significativo, este dato contempla luminarias, equipo eléctrico y aires acondicionados.

- **Costo anual de la energía.**

A partir del consumo simulado para el año 2015 se obtuvo el costo anual de la energía para los aires acondicionados instalados actualmente en el edificio de administración académica de la FIA. Se utilizó el pliego tarifario del 15 de enero al 15 de abril 2015, tomando como referencia la empresa CAESS.

| <b>mes</b>        | <b>total</b>        |
|-------------------|---------------------|
| <b>Enero</b>      | \$481.025046        |
| <b>Febrero</b>    | \$1202.56261        |
| <b>Marzo</b>      | \$901.921961        |
| <b>Abril</b>      | \$1202.56261        |
| <b>Mayo</b>       | \$1082.30635        |
| <b>Junio</b>      | \$1202.56261        |
| <b>Julio</b>      | \$1202.56261        |
| <b>Agosto</b>     | \$901.921961        |
| <b>Septiembre</b> | \$1202.56261        |
| <b>Octubre</b>    | \$1202.56261        |
| <b>Noviembre</b>  | \$1202.56261        |
| <b>Diciembre</b>  | \$601.281307        |
| <b>Total</b>      | <b>\$12386.3949</b> |

Tabla 15. Costo anual 2015 de consumo de los A/C instalados actualmente

Para contraponer y tener una idea clara del ahorro en términos de costos, se obtuvo el costo anual 2015 utilizando los aires acondicionados tipo inverter con el mismo pliego tarifario.

| mes          | total              |
|--------------|--------------------|
| Enero        | \$ 369.36          |
| Febrero      | \$ 923.39          |
| Marzo        | \$ 692.54          |
| Abril        | \$ 923.39          |
| Mayo         | \$ 831.05          |
| Junio        | \$ 923.39          |
| Julio        | \$ 923.39          |
| Agosto       | \$ 692.54          |
| Septiembre   | \$ 923.39          |
| Octubre      | \$ 923.39          |
| Noviembre    | \$ 923.39          |
| Diciembre    | \$ 461.70          |
| <b>Total</b> | <b>\$ 9,510.95</b> |

Tabla 16. Costo anual 2015 de consumo de A/C inverter.

De los datos anteriores se obtiene que el ahorro anual de consumo en términos monetarios es de \$2,875.45. Sin embargo para considerar esto como un proyecto viable hay que considerar el precio de los equipos.

### Efecto en los indicadores de desempeño.

Para tener un parámetro medible del impacto de la nueva medida tecnológica para implementar en el edificio de la FIA – UES es necesario calcular los indicadores de desempeño nuevamente para apreciar tangiblemente el impacto.

Para aires acondicionados se optó por calcular los siguientes indicadores de desempeño:

- **Consumo energético de acondicionamiento ambiental (CEAA)**

Relaciona el consumo de aire acondicionado con el área acondicionada y las condiciones exteriores de temperatura.

$$CEEA = \frac{\text{Consumo energético del aire acondicionado}}{\text{Área funcional} * \text{temperatura promedio exterior}}$$

De los datos simulados se obtuvo el consumo energético del acondicionamiento ambiental de 60,025.74 kWh (sumando los datos de cooling + fans) y la temperatura promedio exterior es de 28°C\*, por lo tanto:

$$CEEA = \frac{60,025.74 \text{ kWh}}{28^{\circ}\text{C} * 2519.99 \text{ m}^2} = 0.85 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \text{ } ^{\circ}\text{C} - \text{año}}$$

Como se observa hay un margen de mejora en el indicador de desempeño anual ya que con la anterior tecnología de aires acondicionados el CEEA=0.88 y con la nueva tecnología inverter es de 0.85.

### **Intensidad energética de uso (IEU)**

Este indicador se define como el consumo energético por persona, y permite medir la eficiencia en el uso del espacio.

$$IEU = \frac{\text{consumo energético}}{\text{personas/hora}}$$

Para el cálculo de este indicador se tomó se consideraron los info-centros siempre llenos (100 personas), y las personas promedio por hora se obtienen de la simulación y son aproximadamente 16.48, por lo tanto el total de personas hora = 116.48.

$$IEU = \frac{135,691.10 \text{ kWh}}{117 \text{ personas/año}} = 1.16 \frac{\text{MWh}}{\text{persona - año}}$$

Se tiene como resultado una mejora en el indicador de desempeño IEU ya que, con el equipo actual este valor es de 1.18 MWh/ (persona-año) mientras que con la nueva tecnología se podría alcanzar un estimado de 1.16 MWh/ (persona-año)

### Propuesta arquitectónica.

- *Instalación de cortasoles<sup>14</sup>*

Se define como **cortasol** al elemento diseñado para ser utilizado en fachadas de edificios de manera que bloqueen la incidencia directa de los rayos solares.

Los Cortasoles regularmente son fabricados con materiales muy ligeros como el Aluminio Extruido y el Aluzinc. Son sistemas formados de varios elementos esbeltos para evitar que sean muy pesados y que trabajen por cargas de viento sobre todo a gran altura.

---

<sup>14</sup>Criterios tomados de trabajo de graduación “EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LOS EDIFICIOS DE LA FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA DE LA UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR.



Figura 33. Modelado en software de los cortasoles en el edificio de Administración Académica de la FIA.

De la figura anterior se puede observar una propuesta de instalación de cortasoles, sin embargo queda a discreción de ingeniero o arquitecto los materiales y estética a utilizar. Este modelo se tomó como referencia para realizar la simulación en *OpenStudio* para contrastar los datos de consumo entre el modelo con cortasoles vs el modelo sin cortasoles.

- **Radiación.**

La radiación es transferencia de energía por ondas electromagnéticas y se produce directamente desde la fuente hacia fuera en todas las direcciones y está relacionada directamente con el calor y la transferencia de calor ya que la energía calórica o térmica puede ser transferida por diferentes mecanismos de transferencia, estos son la radiación, la conducción y la convección, aunque en la mayoría de los procesos reales todos se encuentran presentes en mayor o menor grado. Cabe resaltar que los cuerpos no tienen calor, sino energía térmica.

Por lo cual se ha tomado una muestra de una superficie para el análisis de radiación dentro con cortasoles y sin cortasoles.

Selección de superficie de análisis:

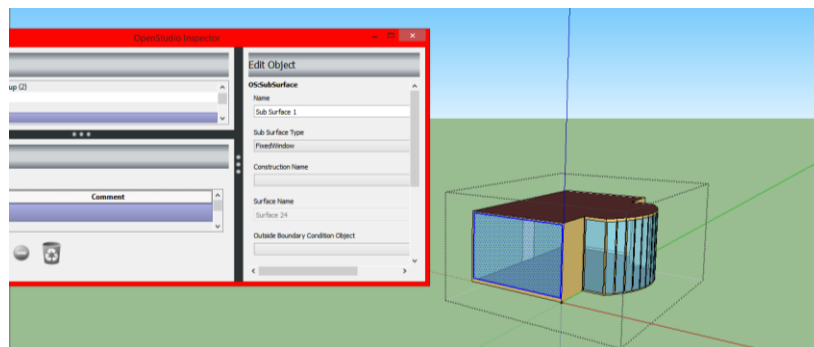


Figura 34. Selección de superficie en sketchup.

Posteriormente se obtuvo la gráfica de radiación de la superficie sin cortasoles:

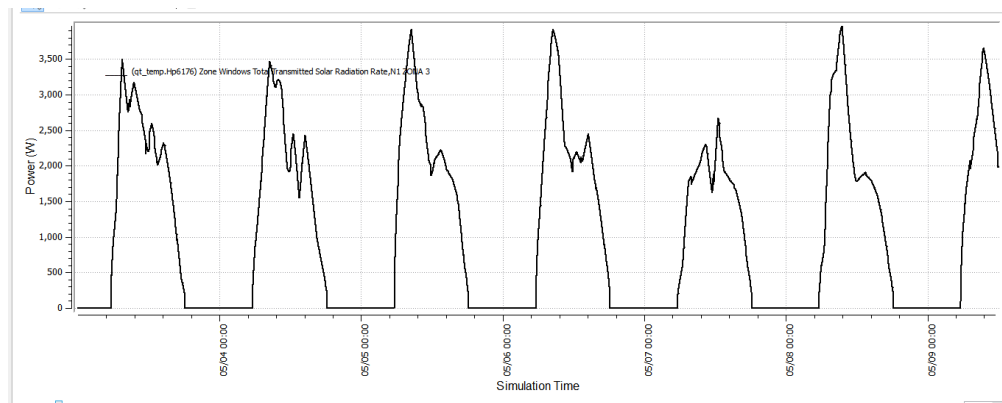


Gráfico 10. Radiación sin cortasoles.

De la gráfica anterior se puede observar que el mayor pico de radiación tiene una potencia aproximada de 4,000 Watts.

Para contrastar el efecto en la radiación se obtuvo la gráfica para la misma superficie con cortasoles.

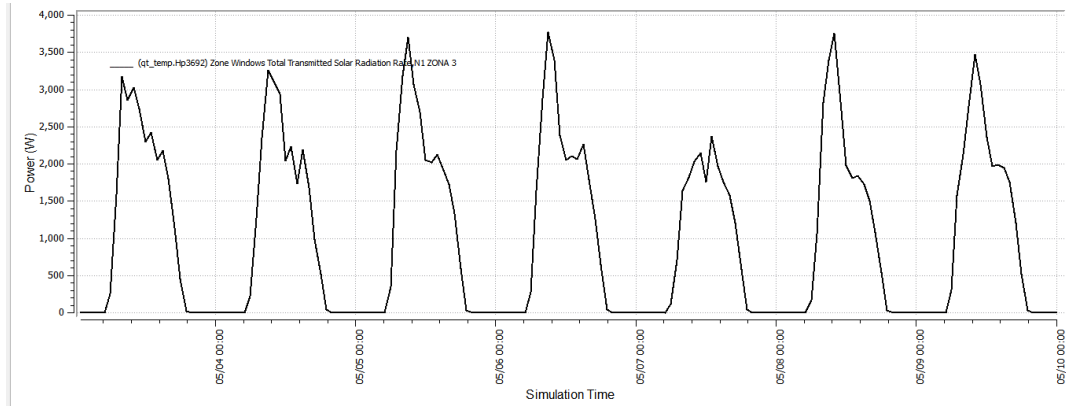


Gráfico 11. Gráfica de radiación de superficie con cortasoles.

Se observa que la radiación disminuyó a un valor aproximado de 3,700 Watts. Por lo tanto la energía térmica disminuye y este efecto contribuye concretamente a la reducción de temperatura por lo cual, el impacto en el rendimiento de los aires acondicionado se vería beneficiado. Para constatar este efecto se simuló el modelo del edificio con cortasoles para ver la reducción de energía para aires acondicionados en el año 2015.

| Consumo eléctrico de aires acondicionado (kWh) |              |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |           |           |           |
|--|--------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|
| MODELO   |              | Enero    | Febrero  | Marzo    | Abril    | Mayo     | Junio    | Julio    | Agosto   | Sept.    | Octubre  | Noviembre | Diciembre | Anual     |
| NORMAL   | Cooling      | 3,459.06 | 3,230.36 | 4,702.14 | 4,873.42 | 4,593.83 | 4,416.61 | 4,849.72 | 4,301.25 | 4,049.78 | 4,199.83 | 3,623.39  | 3,437.22  | 49,736.61 |
|  | Fans         | 641.606  | 585.294  | 645.303  | 645.303  | 611.6    | 645.303  | 670.775  | 616.136  | 645.303  | 641.606  | 615.3     | 675.308   | 7,638.84  |
| CORTASOLES                                     | Cooling      | 3,368.72 | 3,137.36 | 4,572.50 | 4,738.61 | 4,472.64 | 4,311.64 | 4,735.58 | 4,192.03 | 3,955.64 | 4,102.67 | 3,534.78  | 3,352.06  | 48,474.22 |
|  | Fans         | 637.756  | 581.994  | 641.819  | 641.819  | 607.842  | 641.819  | 667.289  | 612.283  | 641.819  | 637.756  | 611.906   | 671.731   | 7,595.83  |
|  | Ahorro Total | 94.18    | 96.30    | 133.12   | 138.29   | 124.95   | 108.46   | 117.63   | 113.08   | 97.62    | 101.02   | 92.01     | 88.74     | 1,305.39  |

Tabla 17. Consumo eléctrico de aires acondicionado con cortasoles y sin cortasoles en el edificio FIA.

Como resultado, se tiene un ahorro anual estimado para el año 2015 de 1,305 kWh, lo cual es significativo en términos de ahorro energético para la organización. Cabe mencionar que este ahorro está considerando los equipos de aire acondicionado actuales.

- **Efecto en los indicadores de desempeño.**

Para tener un parámetro medible del impacto de la nueva medida tecnológica para implementar en el edificio de la FIA – UES es necesario calcular los indicadores de desempeño nuevamente para apreciar tangiblemente el impacto.

Para cortasoles se optó por calcular los siguientes indicadores de desempeño:

- **Consumo energético de acondicionamiento ambiental (CEEA)**

Relaciona el consumo de aire acondicionado con el área acondicionada y las condiciones exteriores de temperatura.

$$CEEA = \frac{\text{Consumo energético del aire acondicionado}}{\text{Área funcional} * \text{temperatura promedio exterior}}$$

De los datos simulados se obtuvo el consumo energético del acondicionamiento ambiental de 56,070.05 kWh (sumando los datos de cooling + fans) y la temperatura promedio exterior es de 28°C\*, por lo tanto:

$$CEEA = \frac{56,070.05 \text{ kWh}}{28^{\circ}\text{C} * 2519.99 \text{ m}^2} = 0.79 \frac{\frac{\text{kWh}}{\text{m}^2}}{^{\circ}\text{C} - \text{año}}$$

Como se observa hay un margen de mejora en el indicador de desempeño anual ya que sin cortasoles es de CEEA=0.88 (kWh/m<sup>2</sup> )/(°C-año) y con la instalación de cortasoles es de 0.79 (kWh/m<sup>2</sup> )/(°C-año)

- **Intensidad energética de uso (IEU)**

Este indicador se define como el consumo energético por persona, y permite medir la eficiencia en el uso del espacio.

$$IEU = \frac{\text{consumo energético}}{\text{personas/hora}}$$

Para el cálculo de este indicador se tomó se consideraron los info-centros siempre llenos (100 personas), y las personas promedio por hora se obtienen de la simulación y son aproximadamente 16.48, por lo tanto el total de personas hora = 16.48.

$$IEU = \frac{131,735.41kWh}{117 \text{ personas/año}} = 1.13 \frac{MWh}{\text{persona} - \text{año}}$$

Se tiene como resultado una mejora en el indicar de desempeño IEU ya que, con el equipo actual este valor es de 1.18 MWh/ (persona-año) mientras que con la nueva tecnología se podría alcanzar un estimado de 1.13 MWh/ (persona-año)

#### **5.4.10. Objetivos y metas futuros del SGE para el edificio.**

Según la norma NTS ISO 50001:2011 dictamina que la organización debe de definir sus objetivos y metas energéticas<sup>15</sup>.

En este estudio incluye un procedimiento para la definición de objetivos, metas para la organización y planes de acción para la organización.

- **Matriz de definición de objetivos y metas.**

A partir de los resultados obtenidos en la línea base, indicadores de desempeño así como habiendo identificado cuales son los usos más significativos de energía eléctrica que afectan al edificio se definen los siguientes objetivos. Así también, se establece un plazo máximo de 5 años para cualquier proyecto de mejoramiento de la eficiencia energética implementado en la organización.

---


<sup>15</sup> Apartado 4.4.6 Revisión Energética, Sistemas de gestión de la energía. Requisitos con orientación para su uso, página 10.

| N° | Objetivo  | Meta  | Responsable   | Plazo   |
|----|---|---|---|---------|
| 1  | Sustituir los actuales equipos instalados de aire acondicionado por unos de tecnología más eficiente.   | Reducir en al menos 15%-20% el consumo de electricidad total destinado a aires acondicionado            | Alta dirección y comité de eficiencia energética de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura. | 5 años  |
| 2  | Realizar capacitaciones a los empleados del edificio administrativo de la FIA-UES sobre la gestión de la energía y cultura de ahorro de la energía. | Impartir al menos un curso anual de eficiencia energética a la totalidad de los empleados del edificio. | Alta dirección y comité de eficiencia energética de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura. | 1 año.  |
| 3  | Sustituir las luminarias actuales por unas de tecnología LED.   | Reducir en un 10%-15% el consumo de energía eléctrica total de las luminarias.                          | Alta dirección y comité de eficiencia energética de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura. | 1 años. |

**Nota: Los plazos propuestos, están acordes a la línea base (2015) de este estudio. Si se realizan cambios de cargas dentro del edificio, la organización deberá de realizar un ajuste a las metas.**


Tabla 18. Matriz de objetivos y metas para el edificio administrativo FIA.

5.4.11. Procedimiento de definición de objetivos, metas y planes de acción.

|   |  |  |  |
|---|--|--|--|
|  | <b>Sistema de Gestión<br/>de la Energía.</b> | <b>Código: #<br/>PRO-SGE-<br/>OMP-01</b> | <b>Página: #<br/>1/7</b>                   |
| <b>Título: Definición de objetivos, metas<br/>y planes de acción.</b>             |  | <b>Revisión: 0</b>                       | <b>Fecha de actualización:<br/>08/2015</b> |

| <b>Tabla de contenido</b> |                    |             |
|---------------------------|--------------------|-------------|
| <b>Cap.</b>               | <b>Descripción</b> | <b>Pág.</b> |
| <b>1</b>                  | Objetivo           | 2           |
| <b>2</b>                  | Alcance            | 2           |
| <b>3</b>                  | Glosario           | 2           |
| <b>4</b>                  | Responsabilidades  | 3           |
| <b>5</b>                  | Desarrollo         | 4           |

| <b>Historial de Revisiones.</b> |   |                               |                        |
|---------------------------------|---|-------------------------------|------------------------|
| <b>Sección<br/>modificada</b>   | <b>Cambios</b>  | <b>Versión<br/>modificada</b> | <b>Fecha de cambio</b> |
| Todas                           | Codificación, título, estructura y redacción del documento. | 1                             | Agosto 2015            |

|   |  |  |                          |
|---|--|--|--------------------------|
|  | <b>Sistema de Gestión<br/>de la Energía.</b> | <b>Código: #<br/>PRO-SGE-<br/>OMP-01</b>   | <b>Página: #<br/>2/7</b> |
| <b>Título: Definición de objetivos, metas<br/>y planes de acción.</b>             | <b>Revisión: 0</b>                           | <b>Fecha de actualización:<br/>08/2015</b> |                          |

### 1 Objetivo.

Definir la metodología a seguir para la elaboración de objetivos, metas y planes de acción en función de los resultados de las auditorías energéticas, marco legal, consumo y desempeño energético del edificio Administrativo de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de El Salvador u otras edificaciones de la facultad.

#### 1. Alcance.


El documento contiene una descripción general de la metodología a seguir para la definición de objetivos, metas y planes de acción en el SGE del edificio Administrativo de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de El Salvador.

### 6. Glosario.

- 6.1. **Plan de acción:** reacción del SGE en base a los objetivos y metas de la organización.
- 6.2. **Metas:** acción inmediata y de mejora. Está relacionada con los objetivos.
- 6.3. **Objetivos:** propósito de la organización para la mejora del SGE.
- 6.4. **Desempeño energético:** resultados medibles de la gestión que hace una organización de sus aspectos energéticos.
- 6.5. **Alta dirección:** grupo de personas que controlan en el más alto nivel la organización.
- 6.6. **Ahorro de energía:** el ahorro de la energía se puede conseguir tanto por equipos más eficientes como por la aplicación de prácticas más responsables con los equipos que los consumen.

#### a. Acrónimos.

- b. **SGE:** Sistema de Gestión de la Energía.
- c. **FIA:** Facultad de Ingeniería y Arquitectura.
- d. **UES:** Universidad de El Salvador.

|   |  |  |                          |
|---|--|--|--------------------------|
|  | <b>Sistema de Gestión<br/>de la Energía.</b> | <b>Código: #<br/>PRO-SGE-<br/>OMP-01</b>   | <b>Página: #<br/>3/7</b> |
| <b>Título: Definición de objetivos, metas<br/>y planes de acción.</b>             | <b>Revisión: 0</b>                           | <b>Fecha de actualización:<br/>08/2015</b> |                          |


## 7. Responsabilidades.

### 7.1. Representante de la alta dirección.

- 7.1.1. Realizar gestión y propuestas de ahorro energético en conjunto con la junta directiva de la FIA.
- 7.1.2. Ejecutar los planes de acción en conjunto con el comité de eficiencia energética de la UES.
- 7.1.3. Establecer mesas de trabajo con el comité de eficiencia energética.
- 7.1.4. Garantizar que todo el personal del edificio administrativo de la FIA, conozca los objetivos, metas y planes de acción mediante un plan de comunicación.
- 7.1.5. Comunicar a la asamblea general y decano los objetivos, metas y planes de acción definidos.
- 7.1.6. Definir las responsabilidades del plan de acción entre los miembros de las mesas de trabajo.

### 7.2. Comité de eficiencia energética.

- 7.2.1. Realizar los análisis de las revisiones energéticas para el cambio constante de los objetivos, metas y planes de acción del SGE.
- 7.2.2. Gestionar la realización de los planes de acción del SGE.
- 7.2.3. Verificar la factibilidad de ejecución de los objetivos, metas y planes de acción.
- 7.2.4. Validar en conjunto con el representante de la alta dirección tomando las necesidades actuales del personal del edificio administrativo para el mejoramiento de la eficiencia energética.
- 7.2.5. Realizar reuniones periódicas con la junta directiva de la FIA para informar los planes de objetivos, metas y planes de acción de la SGE.
- 7.2.6. Definir propuestas tecnológicas actualizadas de equipos eléctricos (aires acondicionados, luminarias, etc.) y presentarlas en las mesas de trabajo programadas

|   |  |  |                                |
|---|--|--|--------------------------------|
|  | <h2>Sistema de Gestión de la Energía.</h2> | <b>Código: #</b><br><b>PRO-SGE-</b><br><b>OMP-01</b> | <b>Página: #</b><br><b>4/7</b> |
| <b>Título: Definición de objetivos, metas y planes de acción.</b>                 | <b>Revisión: 0</b>                         | <b>Fecha de actualización:</b><br><b>08/2015</b>     |                                |

- 7.2.7. Estimar los plazos de ejecución de los planes de acción, tomando la realidad Económica y social de la FIA.
- 7.2.8. Establecer el método de verificación de la mejora del desempeño energético.
- 7.2.9. Declarar el método de verificación de resultados obtenido en el SGE.

### 7.3. Asesores del comité de eficiencia energética.

- 7.3.1. Involucrar de manera dinámica a representantes estudiantiles de las diferentes organizaciones de FIA-UES en la definición de objetivos del SGE del edificio administrativo.
- 7.3.2. Realizar propuestas de planes de acción de ahorro energético en las mesas de trabajo.
- 7.3.3. Colaborar con el método a definir para la verificación de la mejora del desempeño energético.
- 7.3.4. Colaborar con el método de verificación de los resultados obtenidos en el SGE.

### 7.4. Representantes estudiantiles.

- 7.4.1. Colaborar en la comunicación de las nuevas metas, objetivos y planes de acción a los estudiantes de la FIA.
- 7.4.2. Participar en las mesas de trabajo realizadas por el representante de la alta dirección.
- 7.4.3. Realizar propuestas de ahorro energético para que sean tomadas en la definición de objetivos del SGE.

## 8. Desarrollo.

### 8.1. Diagrama de flujo del procedimiento.



# Sistema de Gestión de la Energía.

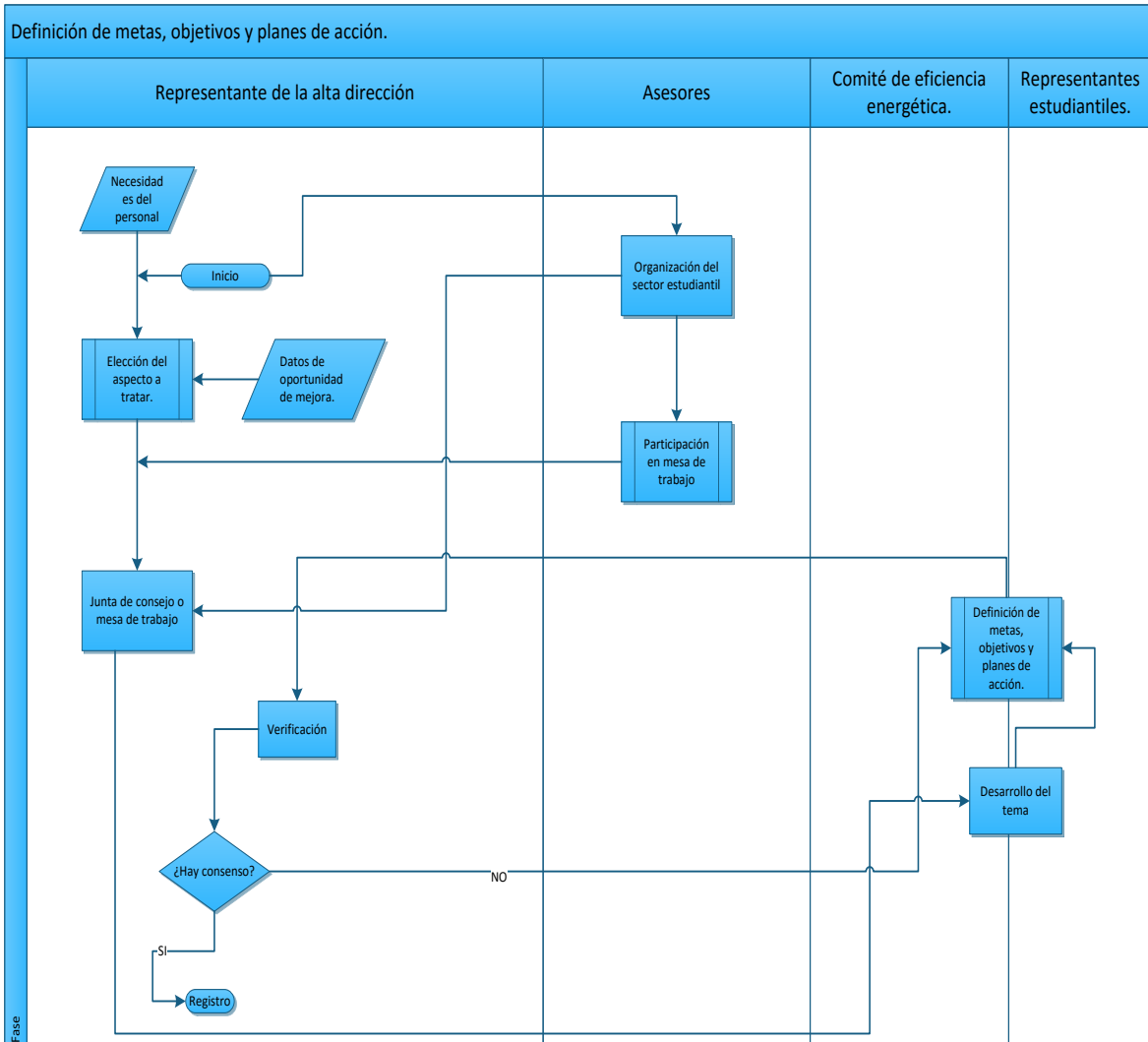
Código: #  
PRO-SGE-  
OMP-01


Página: #  
5/7

Título: **Definición de objetivos, metas y planes de acción.**

Revisión: 0

Fecha de actualización:  
08/2015



|   |  |  |                          |
|---|--|--|--------------------------|
|  | <b>Sistema de Gestión<br/>de la Energía.</b> | <b>Código: #<br/>PRO-SGE-<br/>OMP-01</b>   | <b>Página: #<br/>5/7</b> |
| <b>Título: Definición de objetivos, metas y planes de acción.</b>                 | <b>Revisión: 0</b>                           | <b>Fecha de actualización:<br/>08/2015</b> |                          |

| Ítem | Responsable                         | Descripción   |
|------|-------------------------------------|---|
| 1    | Representante de la alta dirección. | <b>Realizar juntas de consejo.</b><br><br>Gestionar una reunión al menos una vez al mes el día viernes con el comité de eficiencia energética, asesores y representantes estudiantiles.   |
| 2    | Asesores                            | <b>Organización del sector estudiantil.</b><br><br>Los asesores deberán realizar la gestión para la invitación a las mesas de trabajo a los representantes estudiantiles de todas las organizaciones de la FIA legalmente inscritas en la UES.  |
| 3    | Representante de la alta dirección. | <b>Elegir aspecto a tratar.</b><br>En dichas juntas o mesas de trabajo se abordará uno de los siguientes temas, en base a la necesidad actual de la organización: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Usos y consumos significativos de la energía eléctrica dentro del edificio administrativo de la FIA.</li> <li>• Oportunidades de mejora de desempeño energético.</li> <li>• Opciones tecnológicas.</li> <li>• Requisitos legales.</li> <li>• Necesidades actuales de los empleados del edificio administrativo de la FIA.</li> </ul> |
| 4    | Comité de eficiencia energética.    | <b>Desarrollo del tema.</b>   |

|                              |   |   |
|------------------------------|---|---|
|                              | Representantes estudiantiles.   | En el desarrollo del tema se deben de abordar las diferentes opiniones y aportes referentes al marco del SGE. En la mesa de trabajo se trataran la modificación o creación de nuevos objetivos, metas y planes de acción tomando como base el aspecto elegido por la alta dirección.  |
| 5                            | Representante de la alta dirección.   | <b>Verificación:</b><br>Seguidamente, el representante de la alta dirección deberá corroborar los requisitos legales y otros factores que puedan afectar la viabilidad de las propuestas concretadas en la mesa de trabajo. Todo esto realizado con los asesores del SGE.<br>Esta verificación deberá de recibir el apoyo de los asesores designados. |
| 6                            | Representante de la alta dirección.<br><br>Comité de eficiencia energética.<br><br>Asesores | <b>Consenso:</b><br>En una siguiente mesa de trabajo y posterior al cumplimiento o verificación de las propuestas de metas, objetivos y planes de acción, en conjunto se debe de llegar a acuerdos concretos.<br><br>Una vez validados estos deberán de ser registrados en la matriz de definición objetivos y metas.                                 |
| 7                            | Representante de la alta dirección.   | <b>Registro:</b><br>Todos los objetivos, metas y planes de acción deben quedar debidamente documentados mediante un acuerdo realizado por la junta directiva de la FIA-UES. A su vez, también en la matriz de definición de objetivos, metas y planes de acción de la SGE.  |
| <b>FIN DEL PROCEDIMIENTO</b> |   |   |

## 5.5. Implementación y operación.

De los resultados obtenidos en la planificación energética se utilizarán para la implementación y operación.

### 5.5.1. Competencia, formación y toma de conciencia.

El objetivo de esta etapa es asegurar que las personas pertenecientes a la organización sean conscientes de la importancia de la mejora del desempeño energético.

Así también es necesario definir un plan de capacitación para el personal que asegure que todas las personas que trabajan para la organización tienen los conocimientos necesarios y básicos sobre el sistema de gestión de la energía y la importancia de este.

### 5.5.2. Plan de capacitaciones.

Gestión de las capacitaciones es la asunción y ejercicio de responsabilidades sobre el sistema de gestión, que contempla el aseguramiento de que dicho sistema sea entendido y aplicado por todos los miembros de la organización y debe garantizar:

Las capacitaciones deberán garantizar el mantenimiento y consecución del sistema de gestión de calidad y deberán de ser programas a intervalos planificados, además de esto las capacitaciones deben de ser diseñadas en base al grupo de personas que las recibirá, dichos grupos son:

- Personal de la organización
- Auditores internos
- Comité de eficiencia energética y líder (representante) de la alta dirección
- La metodología empleada para los planes de capacitación se presenta a continuación, en el siguiente esquema:

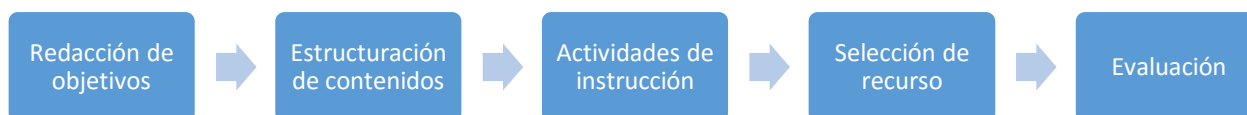


Figura 35. Esquema de metodología para planes de capacitación.

### 5.5.3. Capacitaciones al personal de la organización

Las capacitaciones al personal de la organización deberán estar enfocadas hacia el entendimiento, utilización de la norma y la mejora continua de la organización, el personal deberá ser consciente y responsable y deberá estar preparado para las auditorías internas y externas.

El desarrollo de las capacitaciones del personal seguirá la estructura detallada en el esquema anterior así:

### **Redacción de objetivos:**

Los objetivos para la capacitación personal se realizarán en base a los conocimientos que deben ser transmitidos a estos, con el fin de garantizar en lo posible que la norma ISO 50001:2011 sea entendida y aplicada por todos, algunos objetivos de las capacitaciones son:

- Conocer e interpretar los requisitos de las normas ISO 50001 como base para la gestión de la energía y la mejora continua
- Aplicar los conocimientos a las labores diarias dentro de la organización.
- Garantizar el eficaz funcionamiento del sistema de gestión de la energía.

### **Estructuración de contenidos:**

Para la estructuración de los contenidos de las capacitaciones se tienen:

- La importancia de la política energética, los procedimientos y requisitos del SGE.
- Las funciones, responsabilidades del personal involucrado directamente con la implementación del SGE.
- Los beneficios de la mejora del desempeño energético.
- El impacto real con respecto al uso y consumo de la energía y como las actividades y comportamiento del personal contribuyen a alcanzar los objetivos y metas energéticas.
- Definición de sistema de gestión de la energía.
- Introducción a los sistemas de gestión de calidad integrados:
  - Que es un sistema de gestión
  - Objeto y campo de aplicación de las normas ISO 50001.
- Enfoque basado en procesos de los sistemas de gestión de la energía.
- Importancia de la norma ISO 50001 y los sistemas de gestión de la energía.
- Norma ISO 50001:2011

### **Introducción a los sistemas de gestión de la energía.**

Los tópicos a desarrollar serán los siguientes:

- Definiciones según ISO 50001
- Principios del sistema de gestión de la energía
- Apartados de la norma ISO 50001:2011 e interpretación
- Análisis de la norma ISO 50001:2011

### **Selección de recursos de capacitación:**

Para la selección de los recursos de la capacitación deben de tenerse en cuenta los siguientes aspectos:

- Duración de las capacitaciones
- Instalaciones físicas
- Cantidad de personal a capacitar
- Competencias y habilidades del personal a capacitar
- Amplitud de los contenidos.

En base esto puede llevarse a cabo la selección de los recursos didácticos a utilizar, en el caso de la FIA UES, podrán utilizarse herramientas tales como:

- Equipo audiovisual
- Pizarras
- Documentos físicos
- Casos de estudio
- Libretas de papel

### **Evaluación de las capacitaciones:**

La evaluación de las capacitaciones para el equipo del personal administrativo, deberá llevarse a cabo al finalizar la misma mediante un estudio de casos en donde se pondrán a prueba los conocimientos adquiridos a lo largo del curso.

### **Comunicar sobre la implantación del sistema**

Se convocará a una reunión general con todas los directores de escuela de la FIA en conjunto con la junta directiva de la para dar a conocer la implementación del sistema de gestión.

Además de esto se anunciará en carteleras y boletines para dar a conocer a toda la comunidad universitaria de la FIA-UES.

#### **5.5.4. Concientización sobre la necesidad del Sistema de Gestión de la energía.**

Esto se logrará a través de las capacitaciones que se le brinde a todo el personal involucrado.

Es importante destacar que se debe crear una Cultura de Eficiencia y ahorro, la cual tiene como objetivos:

- Integrar en un todo armónico y coherente los factores claves de éxito para la instalación del Sistema de Gestión de la Energía.

- Tomando el marco de conocimientos teóricos, que permitan a los involucrados comprender su papel y participar efectivamente en las etapas de sensibilización al cambio.


Para lograr esto se debe lograr la calidad por medio de:

- Detectar las expectativas y necesidades del personal.
- Trabajando en equipo
- Midiendo los resultados obtenidos

#### **5.5.5. Registros para las capacitaciones.**


Se han incluido algunos registros para el control de asistencia y solicitud de capacitaciones.

5.5.6. Propuesta de Lista de asistencia para el SGE.

|   |  |                             |  |
|---|--|-----------------------------|--|
|  | <b>Sistema de Gestión<br/>de la Energía.</b> | <b>Código: #<br/>Reg 9.</b> | <b>Pagina: #<br/>1/1</b>                   |
| <b>Título: Lista de asistencia (formato)</b>                                      |  | <b>Revisión: 1.0</b>        | <b>Fecha de actualización:<br/>08/2015</b> |

| <b>Lugar:</b> |                  |                 | <b>Fecha:</b>                  |              |
|---------------|------------------|-----------------|--------------------------------|--------------|
| <b>Tema:</b>  |                  |                 | <b>Nombre del facilitador:</b> |              |
| <b>Nombre</b> | <b>No. Carné</b> | <b>Teléfono</b> | <b>Correo electrónico</b>      | <b>Firma</b> |
|               |                  |                 |                                |              |
|               |                  |                 |                                |              |
|               |                  |                 |                                |              |
|               |                  |                 |                                |              |
|               |                  |                 |                                |              |
|               |                  |                 |                                |              |
|               |                  |                 |                                |              |
|               |                  |                 |                                |              |

5.5.7. Solicitud de necesidad de capacitaciones.

|   |  |                                    |                                |
|---|--|------------------------------------|--------------------------------|
|  | <h2>Sistema de Gestión de la Energía.</h2> | <b>Código: #</b><br><b>Reg 10.</b> | <b>Página: #</b><br><b>1/1</b> |
| <b>Título: Solicitud de necesidad de capacitaciones</b>                           | Revisión: 1.0                              | Fecha de actualización:<br>08/2015 |                                |

| IDENTIFICACION DEL CARGO         |  |                            |  |
|----------------------------------|--|----------------------------|--|
| <b>Nivel:</b>                    |  |                            |  |
| <b>Denominación del empleo:</b>  |  |                            |  |
| <b>Código:</b>                   |  |                            |  |
| <b>Grado:</b>                    |  |                            |  |
| <b>Nro de cargos:</b>            |  |                            |  |
| <b>Dependencia:</b>              |  |                            |  |
| <b>Cargo del jefe inmediato:</b> |  |                            |  |
| INFORMACION DE LA CAPACITACION   |  |                            |  |
| <b>Nombre:</b>                   |  | <b>Fecha:</b>              |  |
| <b>Tema:</b>                     |  | <b>Intensidad horaria:</b> |  |
| <b>Lugar:</b>                    |  | <b>Valor:</b>              |  |
| JUSTIFICACION DE LA CAPACITACION |  |                            |  |
|                                  |  |                            |  |

| SOLICITADO POR | V.B JEFE INMEDIATO | APROBADO POR |
|----------------|--------------------|--------------|
|                |                    |              |

### **5.5.8. Comunicación.**

#### **Diseño de mecanismo de comunicación interna.**

La necesidad de comunicación en una organización se ve reforzada cuando observamos las múltiples ventajas para la alta dirección, como los miembros de la organización.

- Los procesos de comunicación, desde una perspectiva sistémica, permiten a la organización mantener la coordinación entre sus distintas partes y alcanzar así su característica esencial: la de ser un sistema. La acción coordinada y el trabajo en equipo, frente al trabajo en solitario sin interacción cooperativa y coordinada, contribuirán a lograr los objetivos estratégicos.
- La comunicación es, además, un instrumento de cambio. El pensamiento estratégico lleva implícito un mensaje de cambio: la necesidad de adaptación al entorno cambiante en el que vive la organización. En este contexto, la comunicación interna permite la introducción, difusión, aceptación e interiorización de los nuevos valores y pautas de gestión que acompañan el desarrollo organizacional.
- Por otro lado, uno de los objetivos que toda organización persigue es que sus trabajadores estén motivados, identificados con los objetivos organizacionales. Los trabajadores a su vez necesitan estar informados para sentirse parte activa de la organización y que la participación reciba el adecuado reconocimiento. De este modo, la comunicación, al incrementar la posibilidad de participación, favorece las iniciativas y movilizar la creatividad, se convierte en un factor de integración, motivación y desarrollo personal.

La buena gestión de la comunicación interna debe alcanzar un objetivo básico: cubrir las necesidades de comunicación que presentan los individuos o grupos que conforman la organización. Y en este sentido la comunicación es tan importante para los empleados como para la dirección.

#### **Pasos para la implementación de la comunicación interna.**

La mejora de los procesos de comunicación interna exige la elaboración de un plan estratégico de comunicación insertado en la cultura de la organización que permita a través de los medios y soportes adecuados cubrir las necesidades de comunicación que presentan los individuos y grupos que componen la FIA UES.

Esta estrategia de comunicación pasa necesariamente por varias etapas:

1. El primer paso es conseguir un firme compromiso de la alta dirección. Sin el apoyo o con un apoyo insuficiente desde la cúpula directiva es imposible la introducción de cualquier tipo de cambio en la organización.
2. Realización de un diagnóstico de la situación de comunicación en la FIA UES. Los planes de comunicación deben basarse en una auditoría de comunicación y no en la intuición o en los gustos del equipo directivo. La auditoría deben detectar los flujos de comunicación, cuáles son sus puntos débiles y dónde se producen los problemas, conocer las necesidades y expectativas de las personas implicadas con el nuevo plan de comunicación y proyectar una visión del estado de futuro deseable para la empresa.
3. Diseño del Plan: definición de objetivos, selección de medios, planificación de acciones, temporalización, establecimiento de mecanismos y procedimientos para el seguimiento durante y al final de la implementación. Para una elección adecuada de los medios conviene tener en cuenta la finalidad que se trata de conseguir con el mensaje comunicado (motivar o integrar, transmitir cuestiones relativas al trabajo, informar, etc.) y el tipo de información que se desea comunicar (hechos objetivos, sentimientos, temas controvertidos o delicados). Ahora bien, la puesta en marcha de estos soportes no asegura la eficacia de los flujos comunicativos si no se aporta simultáneamente el cambio de valores y cultura organizativa. Por ello, el siguiente punto es esencial en el plan de comunicación.
4. Estrategia de comunicación, sensibilización y negociación. Es necesario sensibilizar, mentalizar y formar en comunicación a los empleados de todos los niveles para que tomen conciencia de su importancia. Hemos podido observar que muchos de los problemas de comunicación interna son de carácter actitudinal, es decir, de predisposición para interrelacionarse. La difusión del proyecto de implementación del Sistema de Gestión de la Energía a toda la FIA UES, buscando y alcanzando el cambio actitudinal y el compromiso de los distintos actores implicados es una condición imprescindible para el éxito del mismo.
5. Implantación y seguimiento. La implantación debe ir acompañada de un sistema de seguimiento y retroalimentación constante (mediante cuestionarios de clima laboral y entrevistas con los responsables) para identificar las desviaciones a los objetivos y sus causas y poder diseñar acciones correctivas.

#### **5.5.9. Documentación y registro.**

Es de vital importancia en un sistema de gestión el control de la documentación y registros utilizada, por lo cual, en esta sección se definirá la guía a seguir para dicho

control. También se definirá la estructura y formato de la documentación para una fácil identificación y otras consideraciones generales.

Para facilitar la implantación del sistema y en concreto la elaboración de la documentación necesaria, existen diferentes tipos de documentos, cada uno de los cuales tendrá su función determinada dentro del sistema.

En este estudio para las actividades más importantes se desarrollará los siguientes documentos:

- **Procedimiento:** es un documento que completan el manual de gestión y en ellos se identifican las actividades, los responsables y sus funciones dentro del SGE.
- **Registros:** es el documento a través del cual se archiva y documenta la información de un procedimiento. Los registros sirven para evidenciar la gestión de la energía así como el cumplimiento de los distintos puntos de la norma de cara a una auditoria.

El formato de los procedimientos en este estudio tendrá la siguiente información:

- Título del documento.
- Numero de código del documento.
- Revisión.
- Nombre de organización.

Principales puntos de un procedimiento:

- **Objetivo:** es la definición de la intención del documento.
- **Alcance:** definición del personal, departamento, instalación o proceso que se ven afectados por el procedimiento.
- **Glosario:** definiciones de términos empleados a lo largo del documento que puedan necesitar aclaración.
- **Desarrollo:** definiciones de las tareas y metodología general para llevar a cabo para alcanzar el objetivo del procedimiento.
- **Responsabilidades:** se definen los responsables de cada una de las tareas del procedimiento.
- **Acrónimos:** significado de algunas abreviaturas empleadas en el procedimiento.

#### 5.5.10. Control de la documentación:

Para que la implementación del sistema de gestión en la organización sea eficaz es necesario establecer un sistema de control de los documentos.

La codificación de los documentos se lleva a cabo por medio de abreviaturas y números. A continuación se detalla:

| <b>Documentación del sistema de gestión.</b> |               |               |
|--|---------------|---------------|
| <b>Tipo de documento</b>                     | <b>Código</b> | <b>Número</b> |
| Procedimiento                                | PRO-SGE-XXX   | oX            |
| Registro                                     | REG           | 1, 2, 3, etc. |

Tabla 19 Codificación de los procedimientos y registros del SGE.

La nomenclatura de los procedimientos utilizada, comienza siempre con “PRO-SGE” (Procedimiento – Sistema de Gestión de la Energía), posteriormente se agrega las iniciales del procedimiento, por ejemplo el procedimiento de mantenimiento “PRO-SGE-MAT-01”, donde “MAT” corresponde a las iniciales del procedimiento y por último el número de versión del procedimiento.


Por último, la nomenclatura de los registros se define por “REG” (Registro). Por ejemplo: REG 01 Programa de Funcionamiento de Aires Acondicionados.

#### **5.5.11. Estado actual de la organización.**

La Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de El Salvador no tiene un sistema de gestión implementando, por lo tanto, no hay existe una definición de formatos o estructura establecida para la mayoría de procesos necesarios para la norma NTS ISO 50001. El único documento del cual se lleva un registro y formato definido es el de “reporte de mantenimiento de aires acondicionado de la FIA-UES” usado por el departamento de mantenimiento.


#### **5.5.12. Propuesta de procedimiento para control de la documentación.**

Se propone el siguiente procedimiento con nombre “PRO-SGE-DR-01” para ser implementado en la organización con el fin de tener una guía para el control de la documentación y registros empleados en la organización.

|   |  |  |                          |
|---|--|--|--------------------------|
|  | <b>Sistema de Gestión<br/>de la Energía.</b> | <b>Código: #<br/>PRO-SGE-DR-<br/>01</b>    | <b>Página: #<br/>1/1</b> |
| <b>Título: Control de Documentación y<br/>Registro</b>                            | <b>Revisión: 1.0</b>                         | <b>Fecha de actualización:<br/>08/2015</b> |                          |

| <b>Tabla de contenido</b> |                    |             |
|---------------------------|--------------------|-------------|
| <b>Cap.</b>               | <b>Descripción</b> | <b>Pág.</b> |
| <b>1</b>                  | Objetivo           | <b>1</b>    |
| <b>2</b>                  | Alcance            | <b>1</b>    |
| <b>3</b>                  | Glosario           | <b>1</b>    |
| <b>4</b>                  | Responsabilidades  | <b>2</b>    |
| <b>5</b>                  | Desarrollo         | <b>2</b>    |

| <b>Historial de Revisiones.</b> |   |                               |                        |
|---------------------------------|---|-------------------------------|------------------------|
| <b>Sección<br/>modificada</b>   | <b>Cambios</b>  | <b>Versión<br/>modificada</b> | <b>Fecha de cambio</b> |
| Todas                           | Codificación, título, estructura y redacción del documento. | 1                             | Agosto 2015            |

|   |  |   |                                |
|---|--|---|--------------------------------|
|  | <h2>Sistema de Gestión de la Energía.</h2> | <b>Código: #</b><br><b>PRO-SGE-MR-</b><br><b>01</b> | <b>Página: #</b><br><b>1/1</b> |
| <b>Título: Control de Documentación y Registro</b>                                | <b>Revisión: 0</b>                         | <b>Fecha de actualización:</b><br><b>08/2015</b>    |                                |

### 1. Objetivo.


Mantener un control de la edición, revisión de los documentos que forman parte del sistema de gestión.

### 2. Alcance.

El procedimiento contiene la metodología a seguir para el control de la edición, revisión de los procedimientos, registros y todos aquellos documentos internos y externos usados en el sistema de gestión de la energía.

### 3. Glosario.

- 3.1. **Metas:** acción inmediata y de mejora. Está relacionada con los objetivos.
- 3.2. **Objetivos:** propósito de la organización para la mejora del SGE.
- 3.3. **Desempeño energético:** resultados medibles de la gestión que hace una organización de sus aspectos energéticos.
- 3.4. **Alta dirección:** grupo de personas que controlan en el más alto nivel la organización.
- 3.5. **Ahorro de energía:** el ahorro de la energía se puede conseguir tanto por equipos más eficientes como por la aplicación de prácticas más responsables con los equipos que los consumen.
- 3.6. **Registro:** Documento que presenta resultados obtenidos o proporciona evidencia de actividades desempeñadas.
- 3.7. **Documento:** Información y su medio de soporte.
- 3.8. **Documento controlado:** Documento sobre el que se tiene responsabilidad de su adecuación a cualquier cambio o modificación.
- 3.9. **Documento no controlado:** Documento sobre el que no se tiene responsabilidad de informar de su adecuación sobre cualquier modificación.
- 3.10. **Documento obsoleto:** Procedimiento, instrucción de trabajo, registro o información que no se adecua a las necesidades para las que fue creado o es sustituido por otro que ha sido modificado.
- 3.11. **Acrónimos.**
- 3.12. **SGE:** Sistema de Gestión de la Energía
- 3.13. **FIA:** Facultad de Ingeniería y Arquitectura

|   |  |  |                          |
|---|--|--|--------------------------|
|  | <b>Sistema de Gestión<br/>de la Energía.</b> | <b>Código: #<br/>PRO-SGE-MR-<br/>01</b>    | <b>Página: #<br/>1/2</b> |
| <b>Título: Control de Documentación y<br/>Registro</b>                            | <b>Revisión: 0</b>                           | <b>Fecha de actualización:<br/>08/2015</b> |                          |

**3.14. UES:** Universidad de El Salvador.

**3.15. PRO:** Procedimiento.

#### **4. Responsabilidades.**

##### **4.1. Representante de alta dirección.**

- 4.1.1. Hacer propuestas de emisión y revisión de los documentos empleados en el SGE.
- 4.1.2. Aprobar o rechazar cambios en los procedimientos y registros.
- 4.1.3. Supervisar el cumplimiento de los procedimientos y registros.
- 4.1.4. Realizar mesas de trabajo con los representantes
- 4.1.5. Realizar campañas de información dando a conocer los cambios, en los documentos utilizados por la organización.

##### **4.2. Comité de eficiencia de la energía.**

- 4.2.1. Elaborar propuestas de revisión de los procedimientos y registros para futuros cambios.

##### **4.3. Representantes estudiantiles.**

- 4.3.1. Participar en mesas de trabajo en conjunto con el representante de la alta dirección y comité de eficiencia energética en la revisión y cambios de los procedimientos y registros.

##### **5.0. Desarrollo.**

##### **5.1. Diagrama de flujo del procedimiento.**



# Sistema de Gestión de la Energía.

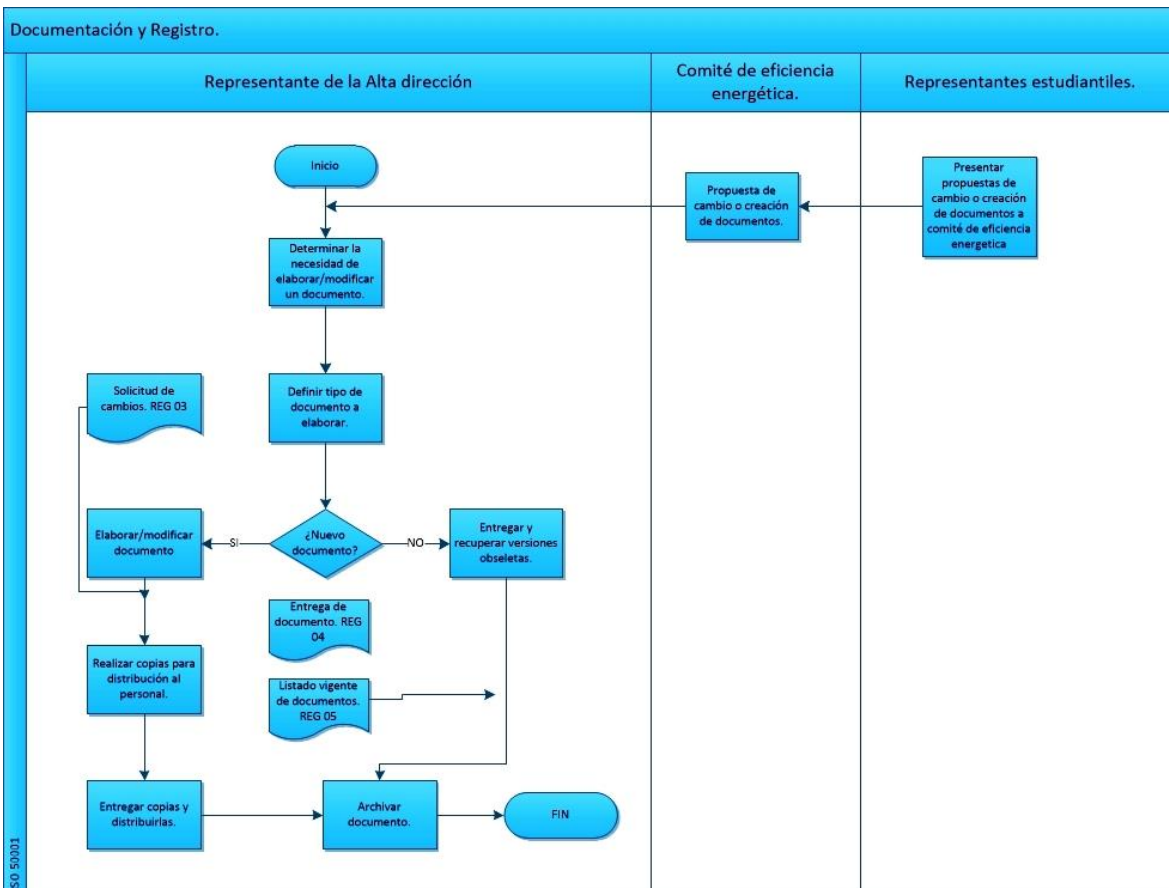
Código: #  
PRO-SGE-MR-  
01


Página: #  
1/3

Título: Control de Documentación y Registro

Revisión: 0

Fecha de actualización:  
08/2015



|   |  |  |                          |
|---|--|--|--------------------------|
|  | <b>Sistema de Gestión<br/>de la Energía.</b> | <b>Código: #<br/>PRO-SGE-MR-<br/>01</b>    | <b>Página: #<br/>1/4</b> |
| <b>Título: Control de Documentación y Registro</b>                                | <b>Revisión: 0</b>                           | <b>Fecha de actualización:<br/>08/2015</b> |                          |

| Ítem | Responsable                         | Descripción   |
|------|-------------------------------------|---|
| 1    | Representante de la alta dirección. | <p><b>Determinar la necesidad de elaborar/modificar un documento.</b></p> <p>El representante de la alta dirección podrá proponer modificaciones y elaboración de documentos según las necesidades presentes de la organización.</p> <p>Las mesas de trabajo donde se propondrán dichas propuestas se realizarán en la junta directiva (cada 15 días). Deberá ser convocado el comité de eficiencia energética, representantes estudiantiles.</p> |
| 2    | Comité de eficiencia energética.    | <p><b>Propuestas para la mejora de los programas de mantenimiento.</b></p> <p>El comité de eficiencia energética deberá si es necesario, realizar propuestas de modificación/elaboración de documentos (registros, procedimientos) para el SGE en base a las necesidades presentes de la organización.</p>  |
| 3    | Representantes estudiantiles.       | <p><b>Propuestas para la mejora de los programas de mantenimiento.</b></p> <p>Las propuestas realizadas de elaboración/modificación deberán ser realizadas en las mesas de trabajo, junto al comité de eficiencia energética y el representante de la alta dirección.</p>   |

|                              |                                     |  |
|------------------------------|-------------------------------------|--|
| 4                            | Representante de la alta dirección. | <p><b>Definir el tipo de documento.</b></p> <p>La definición del tipo de documento consiste en la decidir es procedimiento o registro.</p> <p>Si es un nuevo documento, se procederá a la elaboración/modificación del documento. El representante de la alta dirección designará quien será la persona calificada para este proceso. Llenar formato REG 03.</p> <p>Una vez finalizado el proceso de modificación/elaboración el representante de la alta dirección distribuirá las copias físicas del documento.</p> <p>Si no es nuevo documento, se procede a entregar el documento obsoleto. Llenar REG 04 y REG 05. Archivar el documento.</p> |
| 5                            | Representante de la alta dirección. | <p><b>Archivar documento.</b></p> <p>Los documentos deberán ser archivados por jefe de biblioteca de la facultad de ingeniería y arquitectura.</p>   |
| <b>FIN DEL PROCEDIMIENTO</b> |                                     |  |





### 5.5.13. Control Operacional.

En este apartado se definirán los criterios necesarios de operación del SGE. Primeramente se debe de identificar los procesos u operaciones que tienen relación con el uso significativo de la energía.

De la sección 4.3.5 el diagrama de Pareto mostro como resultado que las operaciones con un uso significativo de la energía eléctrica en el edificio administrativo de la FIA UES son *las luminarias y aires acondicionados*.

A continuación se describen los criterios de operación y mantenimiento

#### a) Criterios de operación.

Los criterios de operación definen los horarios y los modos en los que operan los principales equipos de mayor consumo de energía eléctrica en el edificio.

#### Aires acondicionados.

Los horarios de operación de los aires acondicionados instalados en el edificio, comprenden el horario laboral del personal, es decir, de lunes a viernes de 8 A.M. a 4:00 P.M. a excepción del aire acondicionado instalado en la sala de reuniones que solo es usado en promedio 1 vez a la semana. El modo de funcionamiento es enfriamiento promedio de 23°C.

#### Equipo eléctrico.

Los horarios de funcionamiento usados para estos equipos dependen de su clasificación, por ejemplo:

| Equipo         | Horario                                 |
|----------------|---|
| Computadoras   | 8 A.M. - 4:00 P.M.                      |
| UPS            | 24 horas                                |
| Fotocopiadoras | 8 A.M. - 4:00 P.M. o según la necesidad |

Tabla 20. Horarios de operación de equipos eléctricos en el edificio

#### Luminarias.

El horario de operación de las luminarias en el edificio administrativo de la FIA, está ligado con el horario de trabajo de los empleados. El horario es de **8:00 A.M a 5 P.M.**

Sin embargo las luminarias son usadas en base a la necesidad y también a la cultura de ahorro de cada persona.

## **b) Criterios de mantenimiento.**

### **Luminarias.**

**Estado presente:** El tipo de mantenimiento implementado por la organización para luminarias al interior de los edificios es correctivo.

### **Registros.**

### **Aires acondicionados.**

#### **Estado presente:**

Actualmente no existe un periodo fijo de mantenimiento para los sistemas de aires acondicionados, más bien se dan de acuerdo a la necesidad y fallas de los equipos.

El área responsable del mantenimiento es el Departamento de Mantenimiento de la FIA. Es la encargada de la gestión para la adquisición del servicio contratista.

### **Registros.**

El departamento de mantenimiento de la FIA lleva un reporte para aires acondicionados.



*Departamento de Mantenimiento  
Facultad de Ingeniería y Arquitectura  
Universidad de El Salvador*

Reporte de mantenimiento de los equipos de aire acondicionado de la FIA UES

Tipo de equipo:                      Capacidad:

Fecha:                                      Marca:                                      Ubicación:

Nº de inventario:                      Modelo:                                      Serie:

| Nº | Descripción  | Si | No | Observaciones |
|----|--|----|----|---------------|
| 1  | Desmontaje de equipo de ventana para limpieza y control            |    |    |               |
| 2  | Revisión de tuberías y uniones                                     |    |    |               |
| 3  | Limpieza de difusores, rejillas y filtros                          |    |    |               |
| 4  | Limpieza de panel de control                                       |    |    |               |
| 5  | Revisión de presión de gas en el sistema: Baja    Alta    psi      |    |    |               |
| 6  | Complementación de gas refrigerante                                |    |    |               |
| 7  | revisión engrase de rodamientos y chumaceras (si aplica)           |    |    |               |
| 8  | Limpieza de motor, ventiladores, aspas y turbinas                  |    |    |               |
| 9  | Lubricación de motores - ventiladores ( si es necesario)           |    |    |               |
| 10 | Revisión de sistema eléctrico general                              |    |    |               |
| 11 | Cambio de líneas y terminales recalentados                         |    |    |               |
| 12 | Limpieza de serpentín evaporador                                   |    |    |               |
| 13 | Limpieza del serpentines de los condensadores                      |    |    |               |
| 14 | Limpieza de bandeja y drenaje                                      |    |    |               |
| 15 | Verificación y ajuste de nivel de aceite a compresor               |    |    |               |
| 16 | Revisión del termostato  |    |    |               |
| 17 | Mediciones eléctricas: Compresor:    V    amp    Motor    V    amp |    |    |               |
| 18 | Verificación de succión y/o salida de flujo de aire                |    |    |               |
| 19 | Verificación de fugas en sistema de refrigeración                  |    |    |               |
| 20 | Verificación de capacitor en marcha                                |    |    |               |
| 21 | Ajuste de piezas móviles: tuercas pernos y tornillos               |    |    |               |
| 22 | Limpieza general   |    |    |               |

Trabajo realizado por:

Trabajo revisado por:

Figura 36. Formato actual de registros para AC

Otras observaciones:

- No existe monitoreo del funcionamiento de los aires acondicionado.
- La responsabilidad del mantenimiento está a cargo del departamento de mantenimiento de la facultad de ingeniería y arquitectura.

- El ajuste de temperatura varía según el clima externo del edificio. Los aires acondicionados están programados para operar en un promedio de 20°C a 23°C.
- En caso de fallas, el mantenimiento es correctivo.
- Existe personal propio de la UES, instalando y reparando fallas en los equipos de aires acondicionado.

### **Recomendaciones para el plan de mantenimiento de sistemas de aires acondicionados.**

Se propone seguir el siguiente esquema para un mejor control y registro del funcionamiento de aires acondicionado para ejecutarlo cada 15 días para los equipos de aire acondicionado (A/C) descritos la sección 6.3.2.

#### **Descripción de la matriz:**


**Tipo de régimen:** en esta sección se seleccionará si la estación del clima en la que se está realizando la evaluación.

**Modo de operación:** actualmente el encendido y apagado de los equipos es manual, sin embargo para futuros controles puede ser considerado el SCADA, acrónimo de Supervisory Control And Data Acquisition es un software que permite controlar y supervisar procesos industriales a distancia.

**Responsable:** encargado o ejecutor del programa de funcionamiento de aires acondicionado UES FIA.

Así también se recomienda implementar el “formulario de registro de incidencias” de los equipos de aire acondicionado, con el fin de mantener un control y registro de las fallas encontradas en los equipos para posterior seguimiento por el departamento de mantenimiento.



|   |  |  |                          |
|---|--|--|--------------------------|
|  | <b>Sistema de Gestión<br/>de la Energía.</b> | <b>Código: #<br/>REG 12.</b>               | <b>Página: #<br/>1/1</b> |
| <b>Título: Registro de incidencias de<br/>equipos A/C (formato)</b>               | <b>Revisión: 1.0</b>                         | <b>Fecha de actualización:<br/>08/2015</b> |                          |

- **Organización del mantenimiento.**

**Formulario de registro de incidencias de equipos de aire acondicionado**

**REG 02**

Fecha: \_\_\_\_\_ Edificio: \_\_\_\_\_

Tipo/Marca de equipo: \_\_\_\_\_ Código de equipo: \_\_\_\_\_

| Problemas encontrados | Origen | Consecuencias. |
|-----------------------|--------|----------------|
|                       |        |                |
|                       |        |                |
|                       |        |                |
|                       |        |                |
|                       |        |                |

| Medidas adoptadas |
|-------------------|
|                   |
|                   |
|                   |
|                   |

Responsable del mantenimiento: \_\_\_\_\_

Reporte entregado a: \_\_\_\_\_

### **Teoría del mantenimiento**

El mantenimiento es el conjunto de acciones que permite conservar o restablecer un sistema productivo a un estado específico para que pueda cumplir con un servicio

determinado. El mantenimiento se clasifica en función de los objetivos que persigue cada uno respecto a la falla en: mantenimiento preventivo y mantenimiento correctivo. A su vez, el mantenimiento preventivo se clasifica en: mantenimiento preventivo directo y mantenimiento indirecto o predictivo, mientras que el mantenimiento correctivo se clasifica en: mantenimiento correctivo no planificado y planificado.

El mantenimiento es el conjunto de acciones que permite conservar o restablecer un sistema productivo a un estado específico para que pueda cumplir con un servicio determinado. El mantenimiento se clasifica en función de los objetivos que persigue cada uno respecto a la falla en: mantenimiento preventivo y mantenimiento correctivo. A su vez, el mantenimiento preventivo se clasifica en: mantenimiento preventivo directo y mantenimiento indirecto o predictivo, mientras que el mantenimiento correctivo se clasifica en: mantenimiento correctivo no planificado y planificado

El mantenimiento correctivo actualmente representa el mayor porcentaje de las actividades realizadas en el área, esto impacta negativamente los costos de operación de las empresas. Adicionalmente, si el mantenimiento es del tipo no planificado, los costos aumentan considerablemente debido a la urgencia de las operaciones.

### **Tipo de mantenimiento para aires acondicionados a ejecutar en el edificio administrativo de la FIA.**

Para elegir el tipo de mantenimiento a implementar en el edificio administrativo de la FIA UES, se tomaron las siguientes consideraciones:

1. Realidad económica de la organización. Presupuesto.
2. Cantidad y disposición del personal de mantenimiento con el que cuenta la facultad de ingeniería y arquitectura.
3. Tamaño de la organización.
4. Tipo y número de equipos.

Este modelo de mantenimiento para aires acondicionado ser adaptado a los demás edificios de la organización.

### **Modelo de mantenimiento seleccionado:**

**Mantenimiento preventivo directo:** Cubre todo el mantenimiento programado que se realiza con el fin de prevenir la ocurrencia de fallas, sus actividades están controladas por el tiempo, se basa en la confiabilidad de los equipos, sin tomar en consideración las peculiaridades de una instalación dada.


La información que utiliza es referente a los registros históricos de reparaciones, programa de funcionamiento de aires acondicionado, información suministrada por el fabricante, entre otros. Al ser un mantenimiento planificado tiene como ventajas la reducción de probabilidad de ocurrencia de fallos; por su parte, es poco rentable el reemplazo prematuro de la mayoría de los elementos, sin embargo por importancia de los equipos dentro de la organización es justificable este tipo de mantenimiento. Las actividades que incluyen son: limpieza, lubricación, ajustes, calibración, inspecciones y reparaciones ligeras y todas aquellas de mantenimiento menor.

### **Responsables de la ejecución del mantenimiento.**

Este estudio recomienda que siga siendo la unidad de mantenimiento de la facultad de ingeniería y arquitectura la responsable de la ejecución del plan de mantenimiento de aires acondicionado.


Actualmente, la organización cuenta con personal propio en labores de mantenimiento de aires acondicionados, sin embargo no cuentan con un plan elaborado y periódico, se emplea el mantenimiento correctivo.

5.5.14. Propuesta de procedimiento para el mantenimiento de aires acondicionado en la facultad de ingeniería y arquitectura de la Universidad de El Salvador.

|   |  |   |                                |
|---|--|---|--------------------------------|
|  | <b>Sistema de Gestión de la Energía.</b> | <b>Código: #</b><br><b>PRO-SGE-TM-</b><br><b>01</b> | <b>Página: #</b><br><b>1/6</b> |
| <b>Título: Trabajos de mantenimiento de aire acondicionado.</b>                   | <b>Revisión: 1.0</b>                     | <b>Fecha de actualización:</b><br><b>08/2015</b>    |                                |

| <b>Tabla de contenido</b> |                    |             |
|---------------------------|--------------------|-------------|
| <b>Cap.</b>               | <b>Descripción</b> | <b>Pág.</b> |
| <b>1</b>                  | Objetivo           | 2           |
| <b>2</b>                  | Alcance            | 2           |
| <b>3</b>                  | Glosario           | 2           |
| <b>4</b>                  | Responsabilidades  | 3           |
| <b>5</b>                  | Desarrollo         | 4           |

| <b>Historial de Revisiones.</b> |   |                           |                        |
|---------------------------------|---|---------------------------|------------------------|
| <b>Sección modificada</b>       | <b>Cambios</b>  | <b>Versión modificada</b> | <b>Fecha de cambio</b> |
| Todas                           | Codificación, título, estructura y redacción del documento. | 1                         | Agosto 2015            |

|   |  |  |                          |
|---|--|--|--------------------------|
|  | <b>Sistema de Gestión<br/>de la Energía.</b> | <b>Código: #<br/>PRO-SGE-TM-<br/>01</b>    | <b>Página: #<br/>2/6</b> |
| <b>Título: Trabajos de mantenimiento<br/>de aire acondicionado.</b>               | <b>Revisión: 0</b>                           | <b>Fecha de actualización:<br/>08/2015</b> |                          |

### 1. Objetivo.


Definir la metodología y criterios a seguir por la organización para la realización de trabajos de mantenimiento de aires acondicionado y sus actividades de prevención sobre los equipos existentes en el edificio para conseguir las condiciones óptimas de funcionamiento, previniendo posibles fallos y permitiendo así se realice con los mayores niveles de calidad.

### 2. Alcance.

El documento contiene una descripción general de la metodología a seguir para la ejecución de mantenimiento de aires acondicionado en el SGE del edificio Administrativo de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de El Salvador.

### 3. Glosario.

- 3.1. **Mantenimiento preventivo:** es todo aquel mantenimiento programado que se realiza con el fin de prevenir la ocurrencia de fallas
- 3.2. **Metas:** acción inmediata y de mejora. Está relacionada con los objetivos.
- 3.3. **Objetivos:** propósito de la organización para la mejora del SGE.
- 3.4. **Desempeño energético:** resultados medibles de la gestión que hace una organización de sus aspectos energéticos.
- 3.5. **Alta dirección:** grupo de personas que controlan en el más alto nivel la organización.
- 3.6. **Ahorro de energía:** el ahorro de la energía se puede conseguir tanto por equipos más eficientes como por la aplicación de prácticas más responsables con los equipos que los consumen.
- 3.7. **Acción correctiva:** Acción para eliminar la causa de una no conformidad detectada.
- 3.8. **Acción preventiva:** Acción para eliminar la causa de una no conformidad potencial.

|   |  |  |                          |
|---|--|--|--------------------------|
|  | <b>Sistema de Gestión<br/>de la Energía.</b> | <b>Código: #<br/>PRO-SGE-MAC-<br/>01</b>   | <b>Página: #<br/>3/6</b> |
| <b>Título: Trabajos de mantenimiento<br/>de aire acondicionado.</b>               | <b>Revisión: 0</b>                           | <b>Fecha de actualización:<br/>08/2015</b> |                          |

### 3.9. Acrónimos.

3.10. **SGE:** Sistema de Gestión de la Energía

3.11. **FIA:** Facultad de Ingeniería y Arquitectura.

3.12. **UES:** Universidad de El Salvador.

## 4.0 Responsabilidades.

### 4.1 Departamento de mantenimiento.


- 4.1.1 Verificar la calidad de los trabajos de mantenimiento de aires acondicionado de toda la organización.
- 4.1.2 Hacer revisiones de la documentación realizada por el personal de mantenimiento (programa de funcionamiento de aires acondicionado).
- 4.1.3 Realizar la gestión con las autoridades correspondientes para la adquisición de equipos, repuestos, materiales, herramientas, utilizadas por el personal de mantenimiento.
- 4.1.4 Asignar los trabajos de mantenimiento al personal.
- 4.1.5 Es el responsable de la elaboración, corrección de los programas de mantenimiento de aires acondicionado en la organización.
- 4.1.6 Comunicar los avances y cambios en el programa de mantenimiento al comité de eficiencia energética.

### 4.2 Personal de mantenimiento.

- 4.2.1 Realizar las revisiones de los equipos asignados por el departamento de mantenimiento.
- 4.2.2 Comunicar inmediatamente a su jefe inmediato sobre las fallas encontradas en los equipos de aire acondicionado.
- 4.2.3 Completar el formato “Programa de funcionamiento de aires acondicionados”.

### 4.3 Comité de eficiencia energética.

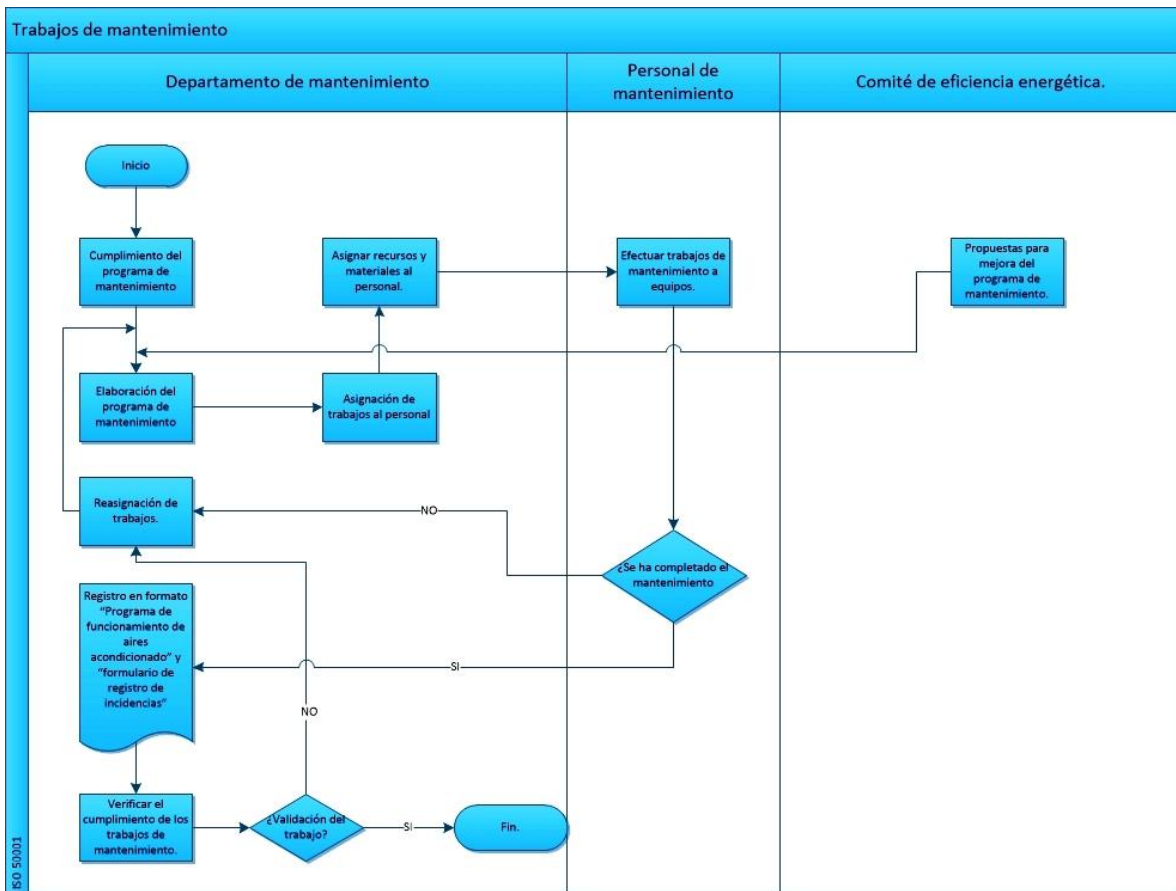
- 4.3.1 Trabajar en conjunto con el departamento de mantenimiento para la mejora continua del programa de mantenimiento.


|   |  |   |                                |
|---|--|---|--------------------------------|
|  | <h2>Sistema de Gestión de la Energía.</h2> | <b>Código: #</b><br><b>PRO-SGE-MAC-</b><br><b>-01</b> | <b>Página: #</b><br><b>4/6</b> |
| <b>Título: Trabajos de mantenimiento de aire acondicionado.</b>                   | <b>Revisión: 0</b>                         | <b>Fecha de actualización:</b><br><b>08/2015</b>      |                                |

4.3.2 Proponer la implementación o cambio de nuevas tecnologías para el mejoramiento de la eficiencia de los equipos.

## 5. Desarrollo.

### 5.0 Diagrama de flujo del procedimiento.



|   |  |  |                          |
|---|--|--|--------------------------|
|  | <b>Sistema de Gestión<br/>de la Energía.</b> | <b>Código: #<br/>PRO-SGE-MAC-<br/>01</b>   | <b>Página: #<br/>5/6</b> |
| <b>Título: Trabajos de mantenimiento de aire acondicionado.</b>                   | <b>Revisión: 0</b>                           | <b>Fecha de actualización:<br/>08/2015</b> |                          |

| Ítem | Responsable                      | Descripción   |
|------|----------------------------------|---|
| 1    | Departamento de Mantenimiento.   | <p><b>Elaboración de programas de mantenimiento.</b></p> <p>El jefe del departamento de mantenimiento de la organización deberá elaborar los planes de mantenimiento preventivos para los equipos de aire acondicionado u otros de la organización.</p>   |
| 2    | Comité de eficiencia energética. | <p><b>Propuestas para la mejora de los programas de mantenimiento.</b></p> <p>El comité deberá aportar ideas para el mejoramiento del programa de mantenimiento tomando en cuenta la política energética como base. Los cambios deberán ir orientados en la mejora continua.</p>  |
| 3    | Departamento de mantenimiento.   | <p><b>Asignar trabajos a personal de mantenimiento.</b></p> <p>El jefe de mantenimiento asignará al personal los trabajos a realizar durante el día o en el periodo definido previamente en el programa de mantenimiento de los equipos. Se deberá de tomar en cuenta los siguientes criterios:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cantidad de personal.</li> <li>• Cantidad de equipos dentro de la organización.</li> <li>• Se ha propuesto que el mantenimiento preventivo deberá realizarse cada 2 semanas por equipo.</li> </ul> |
| 4    | Personal de mantenimiento.       | <p><b>Ejecución del mantenimiento.</b></p>  |

|                              |                                |   |
|------------------------------|--------------------------------|---|
|                              |                                | <p>Llevar a cabo las labores de mantenimiento en base al programa previamente definido por el departamento.</p> <p>Si se realiza el mantenimiento el personal deberá de llenar el formato “Programa de funcionamiento de aires acondicionado” y “formulario de registro de incidencias”. La documentación deberá ser revisada y archivada por el jefe de mantenimiento de la organización.</p> <p>Si no se lleva a cabo el mantenimiento, se deberá informar de forma inmediata a jefe inmediato para que se re programe el mantenimiento.</p>  |
| 5                            | Departamento de mantenimiento. | <p><b>Supervisión de trabajos de mantenimiento.</b></p> <p>El jefe de mantenimiento llevará a cabo revisiones de los trabajos y documentación realizados por su personal a cargo.</p> <p>Así también deberá verificar el cumplimiento del programa de mantenimiento, calidad y tiempos de ejecución de los trabajos.</p> <p>Al momento de verificar dará fe que los trabajos se han realizado siguiente todos los pasos sugeridos en este procedimiento y sobre todo que efectivamente se haya realizado la labor. Si no se ha realizado el trabajo habrá una reasignación de trabajos.</p> |
| <b>FIN DEL PROCEDIMIENTO</b> |                                |   |

---

## CONCLUSIONES

---

1. Como resultado de la investigación hecha en este estudio se afirma que la implementación de un sistema de gestión de la energía en la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de El Salvador posee el recurso humano calificado y necesario la implementación, sin embargo, la estructura organizativa actual no cumple con los requisitos de la NTS ISO 50001:2011, por lo tanto, habrá que realizar una reestructuración donde se determinará la dirección, representante de la alta dirección, etc. En este estudio se ha hecho una recomendación de estructura organizativa basada en los requisitos de la norma.
2. El límite y alcance usado en este estudio puede ser modificado y repercutido en otros edificios de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de El Salvador para una futura aplicación de la norma ISO 50001:2011.
3. El efecto de estas dos propuestas en los indicadores de desempeño: intensidad energética de uso (IEU), Consumo energético de acondicionamiento ambiental (CEAA), reflejan que la mejora propuesta es la arquitectónica al tener disminución más sustancial que la tecnológica. El indicador de desempeño IEU sin la instalación de cortasoles es de 1.18 MWh/ (persona-año) mientras que con la nueva tecnología se podría alcanzar un estimado de 1.13 MWh/ (persona-año) en cuanto CEAA tiene un valor de  $CEEA=0.88 \text{ (kWh/m}^2\text{)}/(\text{°C-año})$  sin la instalación de cortasoles y con la instalación de cortasoles es de  $0.79 \text{ (kWh/m}^2\text{)}/(\text{°C-año})$ .
4. En este estudio, se realizó la línea base para el año 2015, por lo tanto los indicadores de desempeño se deberán actualizar a través del tiempo o según la necesidad así mismo la línea base.
5. La línea base para el año 2015 realizada en este estudio, se considera confiable ya que en la verificación hecha donde se transpone el consumo de energía para el mes de mayo 2015 simulado contra el medido se obtuvo un error aceptable de 3%.

---

## BIBLIOGRAFÍA

---

- Presidencia de la Republica de El Salvador, Decreto Ejecutivo No 78, Política de ahorro y austeridad del sector público, San Salvador, 2012.
- Asamblea Legislativa, Decreto Legislativo No 868, Ley de Adquisiciones y contrataciones de la Administración Publica, San Salvador, 2000.
- Consejo Nacional de Energía. Política Nacional de Energía. República de El Salvador, 2012
- Asamblea Legislativa, Ley Orgánica de la Universidad de El Salvador, San Salvador
- Ministerio de Economía, Anteproyecto de Ley de Eficiencia Energética, Asamblea Legislativa de la Republica de El Salvador, 2014.
- Cartagena, Juan Pablo. Eficiencia energética en los edificios de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de El Salvador, Universidad de El Salvador, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, 2012.
- Guía metodológica para los sistemas de auditoría, certificación o acreditación de la calidad y sostenibilidad en el medio urbano; Ministerio de fomento; ISBN: 978-84-498-0914-9.
- Agencia Chilena de Eficiencia Energética. Guía de implementación ISO 50001, 2da. Edición, Santiago, 2012.
- NTS ISO 50001:2011 “Sistemas de gestión de la energía. Requisitos con orientación para su uso, Organismo de Salvadoreño de Normalización, 2014.
- La implementación de la norma UNE EN ISO 50001 en edificios de uso administrativo, Máximo Lozano Jiménez, Adolfo Crespo Márquez, Universidad de Sevilla, España, 2013.
- Alex Omar Argueta Hernández, Julio Alberto Calderón Hernández, Propuesta de una normativa para el ahorro y uso eficiente de la energía eléctrica en el

campus central de la Universidad de El Salvador, Universidad de El Salvador, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, 2014.

- Acuerdo Junta directiva FIA JF-084-2009, Universidad de El Salvador, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, 2 de diciembre de 2009.
- Acuerdo Junta directiva FIA JF-026-2013, Universidad de El Salvador, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, 17 de mayo de 2013.
- Acuerdo CSU 095-2009-2011-E (VI-1) Política ahorro energético, Universidad de El Salvador, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, 20 de diciembre de 2011.

## ANEXOS

### Anexo 1. Clasificación e identificación de cargas eléctricas (luminarias, equipo eléctrico y aire acondicionado) por cada nivel

#### NIVEL 1

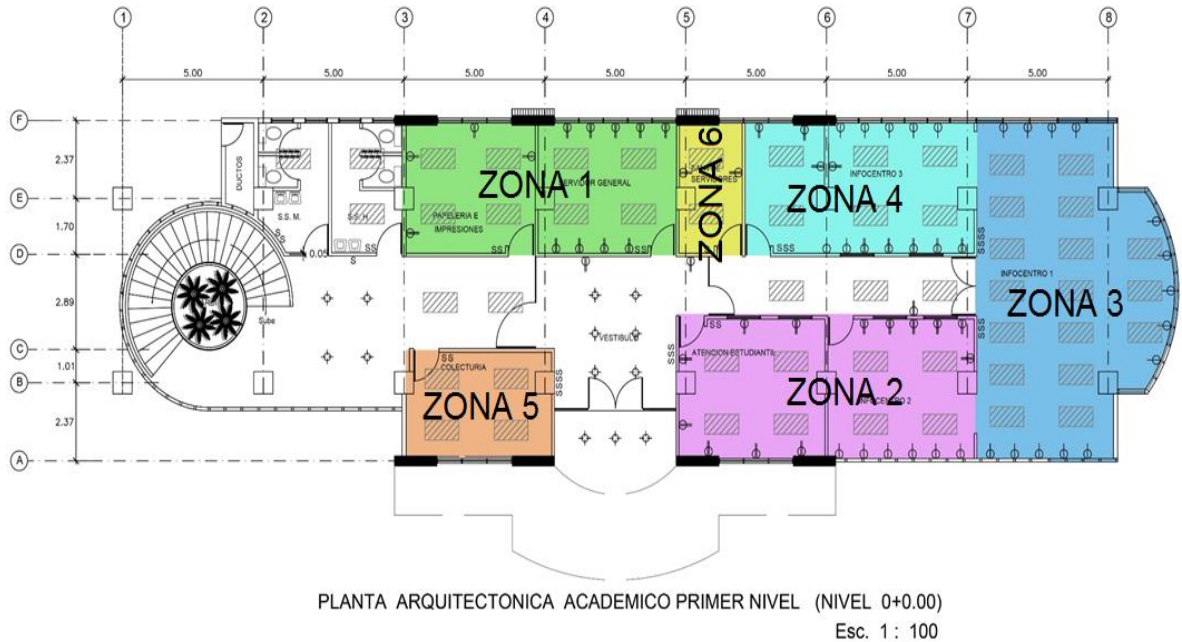


Figura 37. Clasificación por zonas en nivel 1.

|               |                                |                 |          |
|---------------|--------------------------------|-----------------|----------|
| <b>ZONA 1</b> | <b>PAPELERIA E IMPRESIONES</b> | CARGA           | CANTIDAD |
|               |                                | PERSONAS        | 2        |
|               |                                | LUMINARIAS      |          |
|               |                                | CARGA           | CANTIDAD |
|               |                                | LUMINARIA 3X32W | 4        |
|               |                                | EQUIPO ELCTRICO |          |
|               | <b>SERVIDOR GENERAL</b>        | CARGA           | CANTIDAD |
|               |                                | PC i5           | 1        |
|               |                                | MONITOR LCD 17" | 1        |
|               |                                | UPS             | 1        |
|               |                                | PERSONAS        |          |
|               |                                | CARGA           | CANTIDAD |
|               |                                | PERSONAS        | 2        |
|               |                                | LUMINARIAS      |          |
| CARGA         | CANTIDAD                       |                 |          |

|  |                 |          |
|--|-----------------|----------|
|  | LUMINARIA 3X32W | 4        |
|  | EQUIPO ELCTRICO |          |
|  | CARGA           | CANTIDAD |
|  | i5              | 2        |
|  | ups             | 2        |
|  | monitores 17    | 2        |

Tabla 21. Equipo eléctrico en zona 1, nivel 1.

|               |                             |                            |          |
|---------------|-----------------------------|----------------------------|----------|
| <b>ZONA 2</b> | <b>ATENCION ESTUDIANTIL</b> |                            |          |
|               |                             | CARGA                      | CANTIDAD |
|               |                             | PERSONAS                   | 1        |
|               |                             | LUMINARIAS                 |          |
|               |                             | CARGA                      | CANTIDAD |
|               |                             | LUMINARIA 3X32W            | 4        |
|               |                             | EQUIPO ELCTRICO            |          |
|               |                             | CARGA                      | CANTIDAD |
|               |                             | PC i5                      | 4        |
|               |                             | MONITOR LCD 17"            | 4        |
|               |                             | UPS                        | 4        |
|               |                             | IMPRESORA MULTIFUNCIONAL 1 | 1        |
|               |                             | CAFETERA 8L                | 1        |
|               |                             | HORNO TOSTADOR             | 1        |
|               | <b>INFOCENTRO 2</b>         | PERSONAS                   |          |
|               |                             | CARGA                      | CANTIDAD |
|               |                             | PERSONAS                   | 16       |
|               |                             | LUMINARIAS                 |          |
|               |                             | CARGA                      | CANTIDAD |
|               |                             | LUMINARIA 3X32W            | 4        |
|               |                             | EQUIPO ELCTRICO            |          |
|               |                             | CARGA                      | CANTIDAD |
|               |                             | PC i5                      | 15       |
|               |                             | MONITOR LCD 17"            | 15       |
| UPS           | 15                          |                            |          |
| SWITCH NEXXXT | 1                           |                            |          |

Tabla 23. Equipo eléctrico zona 2, nivel 1.

|               |                     |                 |          |
|---------------|---------------------|-----------------|----------|
| <b>ZONA 3</b> | <b>INFOCENTRO 1</b> |                 |          |
|               |                     | CARGA           | CANTIDAD |
|               |                     | PERSONAS        | 26       |
|               |                     | LUMINARIAS      |          |
|               |                     | CARGA           | CANTIDAD |
|               |                     | LUMINARIA 3X32W | 17       |
|               |                     | EQUIPO ELCTRICO |          |
|               |                     | CARGA           | CANTIDAD |

Tabla 22. Equipo eléctrico zona 3, nivel 1.

|  |                 |    |
|--|-----------------|----|
|  | PC i5           | 25 |
|  | MONITOR LCD 17" | 25 |
|  | UPS             | 25 |
|  | switch NEXXT    | 1  |
|  | proyector       | 1  |

|                          |                   |                 |          |
|--------------------------|-------------------|-----------------|----------|
| <b>ZONA 5</b>            | <b>COLECTURIA</b> |                 |          |
|                          |                   | CARGA           | CANTIDAD |
|                          |                   | PERSONAS        | 2        |
|                          |                   | LUMINARIAS      |          |
|                          |                   | CARGA           | CANTIDAD |
|                          |                   | LUMINARIA 3X32W | 4        |
|                          |                   | EQUIPO ELCTRICO |          |
|                          |                   | CARGA           | CANTIDAD |
|                          |                   | PC i5           | 1        |
|                          |                   | MONITOR LCD 17" | 1        |
|                          |                   | UPS             | 1        |
| IMPRESORA MULTIFUNCIONAL | 2                 |                 |          |
| 1                        |                   |                 |          |

Tabla 25 Equipo eléctrico zona 5, nivel 1.

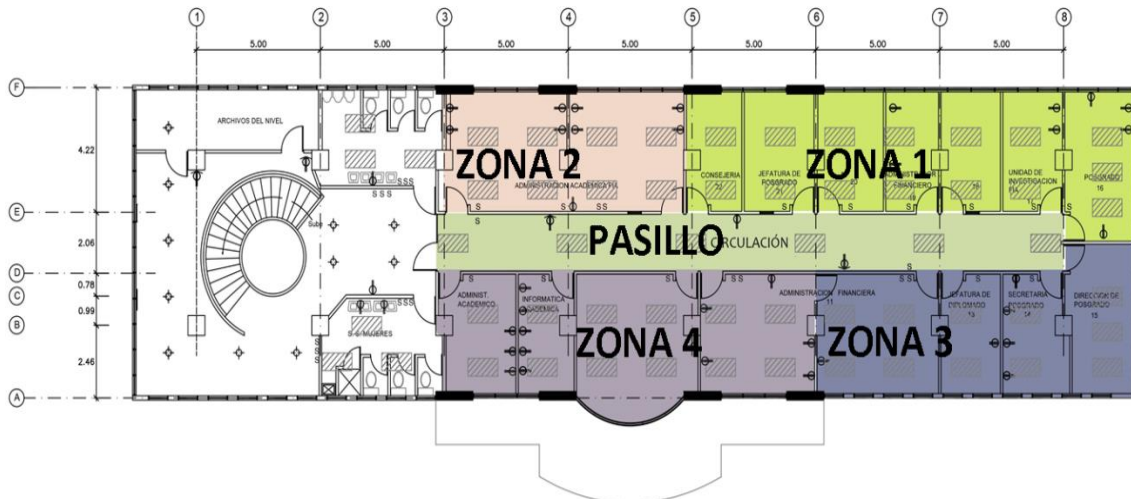
|               |                     |                 |          |
|---------------|---------------------|-----------------|----------|
| <b>ZONA 4</b> | <b>INFOCENTRO 3</b> |                 |          |
|               |                     | CARGA           | CANTIDAD |
|               |                     | PERSONAS        | 14       |
|               |                     | LUMINARIAS      |          |
|               |                     | CARGA           | CANTIDAD |
|               |                     | LUMINARIA 3X32W | 4        |
|               |                     | EQUIPO ELCTRICO |          |
|               |                     | CARGA           | CANTIDAD |
|               |                     | PC i5           | 13       |
|               |                     | MONITOR LCD 17" | 13       |
|               |                     | UPS             | 13       |
| switch NEXXT  | 1                   |                 |          |
| proyector     | 1                   |                 |          |

Tabla 24. Equipo eléctrico zona 4, nivel 1.

|               |                           |                       |          |
|---------------|---------------------------|-----------------------|----------|
| <b>ZONA 6</b> | <b>SALA DE SERVIDORES</b> |                       |          |
|               |                           | CARGA                 | CANTIDAD |
|               |                           | PERSONAS              | 0        |
|               |                           | LUMINARIAS            |          |
|               |                           | CARGA                 | CANTIDAD |
|               |                           | LUMINARIA 3X32W       | 2        |
|               |                           | EQUIPO ELCTRICO       |          |
|               |                           | CARGA                 | CANTIDAD |
|               |                           |                       |          |
|               |                           | Minisplit 2 toneladas | 1        |

Tabla 26. Equipo eléctrico zona 6, nivel 1.

## Nivel 2



PLANTA ARQUITECTONICA ACADEMICO SEGUNDO NIVEL (NIVEL 0+4.30)  
Esc. 1: 125

Figura 38. Clasificación por zonas en nivel 1.

| ZONA 1                      |          | ADMINISTRADOR FINANCIERO |          |
|-----------------------------|----------|--------------------------|----------|
|                             |          | CARGA                    | CANTIDAD |
| personas                    | 1        |                          |          |
| LUMINARIAS                  |          |                          |          |
| CARGA                       | CANTIDAD |                          |          |
| LUMINARIA<br>3X32W          | 2        |                          |          |
| EQUIPO ELCTRICO             |          |                          |          |
| CARGA                       | CANTIDAD |                          |          |
| PC i5                       | 1        |                          |          |
| MONITOR LCD 17"             | 1        |                          |          |
| IMPRESORA<br>MULTIFUNCIONAL | 1        |                          |          |
| switch NEXXXT               | 1        |                          |          |
| UPS                         | 1        |                          |          |
| BODEGA                      |          |                          |          |
| CARGA                       | CANTIDAD |                          |          |
| PERSONAS                    | ?        |                          |          |
| LUMINARIAS                  |          |                          |          |
| CARGA                       | CANTIDAD |                          |          |
| LUMINARIA<br>3X32W          | ?        |                          |          |

| ZONA 2                  |          | AMINISTRACION ACADEMICA |          |
|-------------------------|----------|-------------------------|----------|
|                         |          | CARGA                   | CANTIDAD |
| MediumOffice<br>PeopDef | 1        |                         |          |
| LUMINARIAS              |          |                         |          |
| CARGA                   | CANTIDAD |                         |          |
| LUMINARIA<br>3X32W      | 2        |                         |          |
| EQUIPO ELCTRICO         |          |                         |          |
| CARGA                   | CANTIDAD |                         |          |
| PC i5                   | 1        |                         |          |
| MONITOR<br>LCD 17"      | 1        |                         |          |
| UPS                     | 1        |                         |          |
| switch<br>NEXXXT        | 1        |                         |          |

Tabla 27. Equipo eléctrico zona 2, nivel 2

|                 |          |
|-----------------|----------|
| EQUIPO ELCTRICO |          |
| CARGA           | CANTIDAD |
| oo              | o        |

Tabla 28. Equipo eléctrico zona 1, nivel 2

|               |                                |                            |          |
|---------------|--------------------------------|----------------------------|----------|
| <b>ZONA 1</b> | <b>UNIDAD DE INVESTIGACION</b> | EQUIPO ELCTRICO            |          |
|               |                                | CARGA                      | CANTIDAD |
|               |                                | MediumOffice PeopDef       | 1        |
|               |                                | LUMINARIAS                 |          |
|               |                                | CARGA                      | CANTIDAD |
|               |                                | LUMINARIA 3X32W            | 2        |
|               |                                | EQUIPO ELCTRICO            |          |
|               |                                | CARGA                      | CANTIDAD |
|               |                                | PC i5                      | 1        |
|               |                                | MONITOR LCD 17"            | 1        |
|               |                                | IMPRESORA MULTIFUNCIONAL 1 | 1        |
|               |                                | switch NEXXXT              | 1        |
|               |                                | UPS                        | 1        |
|               |                                | <b>SPACE 1</b>             | PERSONAS |
|               | CARGA                          |                            | CANTIDAD |
|               | MediumOffice PeopDef           |                            | o        |
|               | LUMINARIAS                     |                            |          |
|               | CARGA                          |                            | CANTIDAD |
|               | LUMINARIA 3X32W                |                            | 3        |
|               | EQUIPO ELCTRICO                |                            |          |
| CARGA         | CANTIDAD                       |                            |          |
| o             | o                              |                            |          |

Tabla 30 Equipo eléctrico zona 1, nivel 2

|                            |                             |                      |          |
|----------------------------|-----------------------------|----------------------|----------|
| <b>ZONA 1</b>              | <b>CONSEJERIA</b>           | EQUIPO ELCTRICO      |          |
|                            |                             | CARGA                | CANTIDAD |
|                            |                             | MediumOffice PeopDef | 1        |
|                            |                             | LUMINARIAS           |          |
|                            |                             | CARGA                | CANTIDAD |
|                            |                             | LUMINARIA 3X32W      | 2        |
|                            |                             | EQUIPO ELCTRICO      |          |
|                            |                             | CARGA                | CANTIDAD |
|                            |                             | PC i5                | 1        |
|                            |                             | MONITOR LCD 17"      | 1        |
|                            | IMPRESORA MULTIFUNCIONAL 1  | 1                    |          |
|                            | switch NEXXXT               | 1                    |          |
|                            | UPS                         | 1                    |          |
|                            | <b>JEFATURA DE POSGRADO</b> | PERSONAS             |          |
|                            |                             | CARGA                | CANTIDAD |
|                            |                             | MediumOffice PeopDef | 1        |
|                            |                             | LUMINARIAS           |          |
|                            |                             | CARGA                | CANTIDAD |
|                            |                             | LUMINARIA 3X32W      | 2        |
|                            |                             | EQUIPO ELCTRICO      |          |
| CARGA                      |                             | CANTIDAD             |          |
| PC i5                      |                             | 1                    |          |
| MONITOR LCD 17"            |                             | 1                    |          |
| IMPRESORA MULTIFUNCIONAL 1 | 1                           |                      |          |
| switch NEXXXT              | 1                           |                      |          |
| UPS                        | 1                           |                      |          |

Tabla 29 Equipo eléctrico zona 1, nivel 2

Tabla 31 Equipo eléctrico zona 3, nivel 2

|                |                 |          |
|----------------|-----------------|----------|
| <b>PASILLO</b> | LUMINARIAS      |          |
|                | CARGA           | CANTIDAD |
|                | LUMINARIA 3X32W | 6        |

Tabla 32. Equipo eléctrico pasillo, nivel 2

|                 |                                    |                            |          |
|-----------------|------------------------------------|----------------------------|----------|
| <b>ZONA 3</b>   | <b>ADMINISTRACION FINANCIERA 2</b> | CARGA                      | CANTIDAD |
|                 |                                    | MediumOffice PeopDef       | 3        |
|                 |                                    | LUMINARIAS                 |          |
|                 |                                    | CARGA                      | CANTIDAD |
|                 |                                    | LUMINARIA 3X32W            | 4        |
|                 |                                    | EQUIPO ELCTRICO            |          |
|                 |                                    | CARGA                      | CANTIDAD |
|                 |                                    | PC i5                      | 2        |
|                 |                                    | MONITOR LCD 17"            | 2        |
|                 |                                    | IMPRESORA MULTIFUNCIONAL 1 | 3        |
|                 | switch NEXXT                       | 1                          |          |
|                 | UPS                                | 2                          |          |
|                 | DISPENSADOR DE AGUA                | 2                          |          |
|                 | <b>JEFATURA DE DIPLOMADO</b>       | CARGA                      | CANTIDAD |
|                 |                                    | MediumOffice PeopDef       | 1        |
|                 |                                    | LUMINARIAS                 |          |
|                 |                                    | CARGA                      | CANTIDAD |
|                 |                                    | LUMINARIA 3X32W            | 2        |
|                 |                                    | EQUIPO ELCTRICO            |          |
|                 |                                    | CARGA                      | CANTIDAD |
| PC i5           |                                    | 1                          |          |
| MONITOR LCD 17" | 1                                  |                            |          |

|                            |                               |                      |          |
|----------------------------|-------------------------------|----------------------|----------|
| <b>ZONA 3</b>              | <b>POSGRADO</b>               | CARGA                | CANTIDAD |
|                            |                               | MediumOffice PeopDef | 2        |
|                            |                               | LUMINARIAS           |          |
|                            |                               | CARGA                | CANTIDAD |
|                            |                               | LUMINARIA 3X32W      | 3        |
|                            |                               | EQUIPO ELCTRICO      |          |
|                            |                               | CARGA                | CANTIDAD |
|                            |                               | Lapto                | 2        |
|                            |                               |                      |          |
|                            |                               |                      |          |
|                            |                               |                      |          |
|                            |                               |                      |          |
|                            | S.S.H 2N                      | S.S.H 2N 3           | 3*32W    |
|                            | S.S.M 2N                      | 3                    | 3*32W    |
|                            | <b>SECRETARIA DE POSGRADO</b> | CARGA                | CANTIDAD |
|                            |                               | MediumOffice PeopDef | 2        |
|                            |                               | LUMINARIAS           |          |
|                            |                               | CARGA                | CANTIDAD |
|                            |                               | LUMINARIA 3X32W      | 2        |
|                            |                               | EQUIPO ELCTRICO      |          |
| CARGA                      |                               | CANTIDAD             |          |
| PC i5                      |                               | 1                    |          |
| MONITOR LCD 17"            |                               | 1                    |          |
| IMPRESORA MULTIFUNCIONAL 1 |                               | 1                    |          |
| UPS                        | 1                             |                      |          |
| switch NEXXT               | 1                             |                      |          |
| DISPENSADOR DE AGUA        | 1                             |                      |          |
| CAFETERA 8L                | 1                             |                      |          |

|  |                            |   |
|--|----------------------------|---|
|  | IMPRESORA MULTIFUNCIONAL 1 | 1 |
|  | switch NEXXT               | 1 |
|  | UPS                        | 1 |

Tabla 33. Equipo eléctrico zona 3, nivel 2

Tabla 34. Equipo eléctrico zona 4, nivel 2

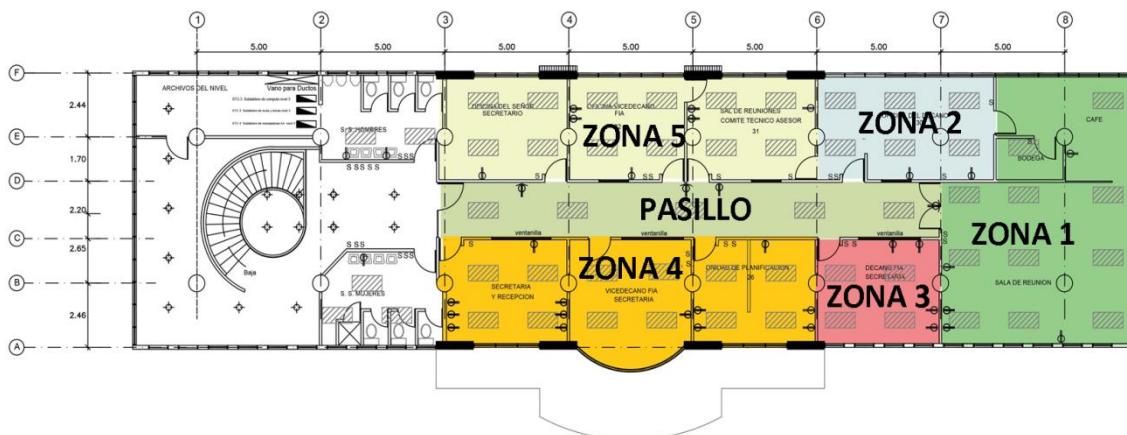
|               |                                |                        |          |
|---------------|--------------------------------|------------------------|----------|
| <b>ZONA 4</b> | <b>ADMINISTRADOR ACADEMICO</b> |                        |          |
|               |                                | CARGA                  | CANTIDAD |
|               |                                | MediumOffice PeopDef   | 2        |
|               |                                | <b>LUMINARIAS</b>      |          |
|               |                                | CARGA                  | CANTIDAD |
|               |                                | LUMINARIA 3X32W        | 2        |
|               |                                | <b>EQUIPO ELCTRICO</b> |          |
|               |                                | CARGA                  | CANTIDAD |
|               |                                | PC i5                  | 1        |
|               | MONITOR LCD 17"                | 1                      |          |
|               | UPS                            | 1                      |          |
|               | <b>INFORMATICA</b>             |                        |          |
|               |                                | CARGA                  | CANTIDAD |
|               |                                | MediumOffice PeopDef   | 1        |
|               |                                | <b>LUMINARIAS</b>      |          |
|               |                                | CARGA                  | CANTIDAD |
|               |                                | LUMINARIA 3X32W        | 2        |
|               |                                | <b>EQUIPO ELCTRICO</b> |          |
| CARGA         |                                | CANTIDAD               |          |
| PC i5         |                                | 1                      |          |

ZONA 4

|                             |                      |          |
|-----------------------------|----------------------|----------|
| ADMINISTRACION FINANCIERA   |                      |          |
|                             | CARGA                | CANTIDAD |
|                             | MediumOffice PeopDef | 4        |
|                             | LUMINARIAS           |          |
|                             | CARGA                | CANTIDAD |
|                             | LUMINARIA 3X32W      | 4        |
|                             | EQUIPO ELCTRICO      |          |
|                             | CARGA                | CANTIDAD |
|                             | PC i5                | 3        |
|                             | MONITOR LCD 17"      | 3        |
|                             | UPS                  | 3        |
|                             | DISPENSADOR DE AGUA  | 1        |
|                             | switch NEXXT         | 1        |
|                             |                      |          |
| ADMINISTRACION FINANCIERA 1 |                      |          |
|                             | CARGA                | CANTIDAD |
|                             | MediumOffice PeopDef | 1        |
|                             | LUMINARIAS           |          |
|                             | CARGA                | CANTIDAD |
|                             | LUMINARIA 3X32W      | 4        |
|                             | EQUIPO ELCTRICO      |          |
|                             | CARGA                | CANTIDAD |
|                             | PC i5                | 1        |
|                             | MONITOR LCD 17"      | 1        |
|                             | UPS                  | 1        |
|                             | DISPENSADOR DE AGUA  | 1        |
|                             |                      |          |
|                             |                      |          |

|                            |   |
|----------------------------|---|
| MONITOR LCD 17"            | 1 |
| IMPRESORA MULTIFUNCIONAL 1 | 1 |
| switch NEXXT               | 1 |
| UPS                        | 1 |

### NIVEL 3



PLANTA ARQUITECTONICA ACADEMICO TERCER NIVEL (NIVEL 0+7.80)  
Esc. 1 : 125

Figura 39. Clasificación por zonas en nivel 3

|                        |   |                    |          |
|------------------------|---|--------------------|----------|
| <b>ZONA 1</b>          | <b>ALA DE REUNIONES COMITÉ TECNICO ACESOR</b> | CARGA              | CANTIDAD |
|                        |   | PERSONAS           | 4        |
|                        |   | LUMINARIAS         |          |
|                        |   | CARGA              | CANTIDAD |
|                        |   | LUMINARIA<br>3X32W | 20       |
|                        |   | CARGA              | CANTIDAD |
|                        |   | LUMINARIA<br>3X32W | 11       |
|                        |   | EQUIPO ELCTRICO    |          |
|                        |   | CARGA              | CANTIDAD |
|                        |   | PC i5              | 4        |
|                        |   | MONITOR LCD<br>17" | 4        |
|                        |   | UPS                | 4        |
|                        |   | REFRIGERADOR       | 1        |
|                        | MICRO<br>HONDAS                               | 1                  |          |
| DISPENSADOR<br>DE AGUA | 1   |                    |          |
| <b>BO<br/>DE</b>       | EQUIPO ELCTRICO<br>REFRIGERADOR 1             |                    |          |

|  |                 |          |
|--|-----------------|----------|
|  | MICRO HONDAS    | 1        |
|  | LUMINARIAS      |          |
|  | CARGA           | CANTIDAD |
|  | LUMINARIA 3X32W | 1        |

Tabla 35. Equipo eléctrico zona 1, nivel 3

|                            |                    |                      |          |
|----------------------------|--------------------|----------------------|----------|
| ZONA 2                     | OFICINA DEL DECANO |                      |          |
|                            |                    | CARGA                | CANTIDAD |
|                            |                    | MediumOffice PeopDef | 2        |
|                            |                    | LUMINARIAS           |          |
|                            |                    | CARGA                | CANTIDAD |
|                            |                    | LUMINARIA 3X32W      | 4        |
|                            |                    | EQUIPO ELCTRICO      |          |
|                            |                    | CARGA                | CANTIDAD |
|                            |                    | PC i5                | 1        |
|                            |                    | MONITOR LCD 17"      | 1        |
|                            |                    | UPS                  | 1        |
| IMPRESORA MULTIFUNCIONAL 1 | 1                  |                      |          |

Tabla 36 Equipo eléctrico zona 2, nivel 3

|         |              |                      |          |
|---------|--------------|----------------------|----------|
| PASILLO | PASILLO 3N-1 |                      |          |
|         |              | CARGA                | CANTIDAD |
|         |              | MediumOffice PeopDef | 1        |
|         |              | LUMINARIAS           |          |
|         |              | CARGA                | CANTIDAD |
|         |              | LUMINARIA 3X32W      | 3        |
|         | PASILLO 3N-2 |                      |          |
|         |              | CARGA                | CANTIDAD |
|         |              | MediumOffice PeopDef | 1        |
|         |              | LUMINARIAS           |          |
|         |              | CARGA                | CANTIDAD |
|         |              | LUMINARIA 3X32W      | 2        |

Tabla 37. Equipo eléctrico pasillo, nivel 3.

|               |                               |                             |          |
|---------------|-------------------------------|-----------------------------|----------|
| <b>ZONA 3</b> | <b>RECEPCION Y SECRETARIA</b> |                             |          |
|               |                               | CARGA                       | CANTIDAD |
|               |                               | MediumOffice<br>PeopDef     | 4        |
|               |                               | LUMINARIAS                  |          |
|               |                               | CARGA                       | CANTIDAD |
|               |                               | LUMINARIA<br>3X32W          | 4        |
|               |                               | EQUIPO ELCTRICO             |          |
|               |                               | CARGA                       | CANTIDAD |
|               |                               | PC i5                       | 2        |
|               |                               | MONITOR LCD 17"             | 2        |
|               |                               | UPS                         | 2        |
|               |                               | IMPRESORA<br>MULTIFUNCIONAL | 2        |

Tabla 38. Equipo eléctrico zona 3, nivel 3

|                             |                               |                             |          |
|-----------------------------|-------------------------------|-----------------------------|----------|
| <b>ZONA 3</b>               | <b>UNIDAD DE PLANIFIACION</b> |                             |          |
|                             |                               | CARGA                       | CANTIDAD |
|                             |                               | MediumOffice<br>PeopDef     | 2        |
|                             |                               | LUMINARIAS                  |          |
|                             |                               | CARGA                       | CANTIDAD |
|                             |                               | LUMINARIA<br>3X32W          | 4        |
|                             |                               | EQUIPO ELCTRICO             |          |
|                             |                               | CARGA                       | CANTIDAD |
|                             |                               | PC i5                       | 2        |
|                             |                               | MONITOR LCD 17"             | 2        |
|                             |                               | UPS                         | 2        |
|                             |                               | IMPRESORA<br>MULTIFUNCIONAL | 2        |
|                             | <b>VICEDECANO FIA</b>         |                             |          |
|                             |                               | CARGA                       | CANTIDAD |
|                             |                               | MediumOffice<br>PeopDef     | 1        |
|                             |                               | LUMINARIAS                  |          |
|                             |                               | CARGA                       | CANTIDAD |
|                             |                               | LUMINARIA<br>3X32W          | 4        |
|                             |                               | EQUIPO ELCTRICO             |          |
|                             |                               | CARGA                       | CANTIDAD |
|                             |                               | PC i5                       | 1        |
|                             |                               | MONITOR LCD 17"             | 1        |
|                             |                               | UPS                         | 1        |
| IMPRESORA<br>MULTIFUNCIONAL | 1                             |                             |          |

Tabla 39. Equipo eléctrico zona 3, nivel 3

Tabla 40. Equipo eléctrico zona 4, nivel 3.

|               |                   |                             |          |
|---------------|-------------------|-----------------------------|----------|
| <b>ZONA 4</b> | <b>DECANO FIA</b> |                             |          |
|               |                   | CARGA                       | CANTIDAD |
|               |                   | MediumOffice<br>PeopDef     | 2        |
|               |                   | LUMINARIAS                  |          |
|               |                   | CARGA                       | CANTIDAD |
|               |                   | LUMINARIA<br>3X32W          | 4        |
|               |                   | EQUIPO ELCTRICO             |          |
|               |                   | CARGA                       | CANTIDAD |
|               |                   | PC i5                       | 1        |
|               |                   | MONITOR LCD 17"             | 1        |
|               |                   | UPS                         | 1        |
|               |                   | IMPRESORA<br>MULTIFUNCIONAL | 1        |

|               |                        |                             |          |
|---------------|------------------------|-----------------------------|----------|
| <b>ZONA 5</b> | <b>ARCHIVOS DEL 3N</b> |                             |          |
|               |                        | CARGA                       | CANTIDAD |
|               |                        | MediumOffice<br>PeopDef     | 2        |
|               |                        | LUMINARIAS                  |          |
|               |                        | CARGA                       | CANTIDAD |
|               |                        | LUMINARIA<br>3X32W          | 4        |
|               |                        | EQUIPO ELCTRICO             |          |
|               |                        | CARGA                       | CANTIDAD |
|               |                        | PC i5                       | 1        |
|               |                        | MONITOR LCD 17"             | 1        |
|               |                        | UPS                         | 1        |
|               |                        | IMPRESORA<br>MULTIFUNCIONAL | 4        |

Tabla 42. Equipo eléctrico zona 5, nivel 3

|                             |                                     |                         |          |
|-----------------------------|-------------------------------------|-------------------------|----------|
| <b>ZONA 5</b>               | <b>OFICINA DEL SEÑOR SECRETARIO</b> |                         |          |
|                             |                                     | CARGA                   | CANTIDAD |
|                             |                                     | MediumOffice<br>PeopDef | 1        |
|                             |                                     | LUMINARIAS              |          |
|                             |                                     | CARGA                   | CANTIDAD |
|                             |                                     | LUMINARIA<br>3X32W      | 4        |
|                             |                                     | EQUIPO ELCTRICO         |          |
|                             |                                     | CARGA                   | CANTIDAD |
|                             |                                     | PC i5                   | 1        |
|                             |                                     | MONITOR LCD 17"         | 1        |
|                             | UPS                                 | 1                       |          |
|                             | IMPRESORA<br>MULTIFUNCIONAL         | 1                       |          |
|                             | <b>OFICINA VICE DECANO</b>          |                         |          |
|                             |                                     | CARGA                   | CANTIDAD |
|                             |                                     | MediumOffice<br>PeopDef | 2        |
|                             |                                     | LUMINARIAS              |          |
|                             |                                     | CARGA                   | CANTIDAD |
|                             |                                     | LUMINARIA<br>3X32W      | 4        |
|                             |                                     | EQUIPO ELCTRICO         |          |
|                             |                                     | CARGA                   | CANTIDAD |
| PC i5                       |                                     | 1                       |          |
| MONITOR LCD 17"             |                                     | 1                       |          |
| UPS                         | 1                                   |                         |          |
| IMPRESORA<br>MULTIFUNCIONAL | 1                                   |                         |          |
| switch NEXXT                | 1                                   |                         |          |

Tabla 41. Equipo eléctrico zona 5, nivel 3

|         | ZONA TERMICA | ESPACIO                     | PERSONAS     | PERSONAS POR ZONA |
|---------|--------------|-----------------------------|--------------|-------------------|
| NIVEL 1 | N1 ZONA 1    | PAPELERIA E IMPRESIONES     | 4            | 4                 |
|         |              | SERVIDOR GENERAL            |              |                   |
|         | N1 ZONA 2    | ATENCION ESTUDIANTIL        | 2            | 14                |
|         |              | INFOCENTRO 2                | Capacidad 12 |                   |
|         | N1 ZONA 3    | INFOCENTRO 1                | Capacidad 24 | 14                |
|         | N1 ZONA 4    | INFOCENTRO 3                | Capacidad 15 | 15                |
|         | N1 ZONA 5    | COLECTURIA                  | 2            | 2                 |
|         | N1 ZONA 6    | SALA DE SERVIDORES          | 0            |                   |
|         |              | TOTAL NIVEL 1               | 49           |                   |
| NIVEL 2 | N2 PASILLO   | PASILLO 2N                  | 1            | 1                 |
|         | N2 ZONA 1    | ADMINISTRADOR FINANCIERO    | 1            | 6                 |
|         |              | BODEGA                      | 0            |                   |
|         |              | CONSEJERIA                  | 1            |                   |
|         |              | JEFATURA DE POSGRADO        | 1            |                   |
|         |              | SPACE 1                     |              |                   |
|         |              | UNIDAD DE INVESTIGACION     | 1            |                   |
|         |              | POSGRADO                    | 2            |                   |
|         | N2 ZONA 2    | AMINISTRACION ACADEMICA     | 4            | 4                 |
|         | N2 ZONA 3    | ADMINISTRACION FINANCIERA 2 | 2            | 5                 |
|         |              | DIRECCION DE POSGRADO       | 1            |                   |
|         |              | JEFATURA DE DIPLOMADO       | 1            |                   |
|         |              | SECRETARIA DE POSGRADO      | 1            |                   |
|         | N2 ZONA 4    | ADMINISTRACION FINANCIERA   | 2            | 6                 |
|         |              | ADMINISTRACION FINANCIERA 1 | 2            |                   |
|         |              | ADMINISTRADOR ACADEMICO     | 1            |                   |

|         |                        |   |  |    |
|---------|------------------------|---|--|----|
|         |                        | INFORMATICA                             | 1  |    |
|         |                        |   | TOTAL NIVEL 2  | 22 |
| NIVEL 3 | N <sub>3</sub> PASILLO | PASILLO 3N-2                            | 1  | 1  |
|         | N <sub>3</sub> ZONA 1  | SALA DE REUNION                         |  |    |
|         |                        | BODEGA                                  |  |    |
|         | N <sub>3</sub> ZONA 2  | OFICINA DEL DECANO                      | 1  | 1  |
|         | N <sub>3</sub> ZONA 3  | Zona 4 DECANO FIA                       | 1  | 1  |
|         |                        | UNIDAD DE PLANIFIACION                  | 2  | 4  |
|         |                        | VICEDECANO FIA                          | 1  |    |
|         |                        | RECEPCION Y SECRETARIA                  | 1  |    |
|         | N <sub>3</sub> ZONA 5  | SALA DE REUNIONES COMITÉ TECNICO ACESOR |  | 3  |
|         |                        | OFICINA VICE DECANO                     | 1  |    |
|         |                        | OFICINA DEL SEÑOR SECRETARIO            | 2  |    |
|         |                        |   | TOTAL NIVEL 3  | 10 |
|         |                        | TOTAL EFICIO                            | 81 PERSONAS APROX (No se toma en cuenta infocentros al 100% de su capacidad) |    |

Tabla 43. Distribución de personas por zonas en los niveles.