

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



**PLAN DE GESTIÓN SISTEMÁTICO DE LA ENERGÍA BASADO
EN LA NORMA ISO 50001 APLICADO A SISTEMAS DE AIRE
ACONDICIONADO EN ÁREAS DE OFICINA**

PRESENTADO POR:

**CÉSAR ALEXIS BAUTISTA BAUTISTA
VÍCTOR ALEJANDRO CAMPOS BERNAL
JAIME ORLANDO MANCÍA GÓMEZ**

PARA OPTAR AL TÍTULO DE:

INGENIERO MECÁNICO

CIUDAD UNIVERSITARIA, FEBRERO DE 2019

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR :

M.Sc. ROGER ARMANDO ARIAS ALVARADO

SECRETARIO GENERAL :

M.Sc. CRISTÓBAL HERNÁN RÍOS BENÍTEZ

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

DECANO :

ING. FRANCISCO ANTONIO ALARCÓN SANDOVAL

SECRETARIO :

ING. JULIO ALBERTO PORTILLO

ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA

DIRECTOR :

ING. RIGOBERTO VELÁSQUEZ PAZ

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

Trabajo de Graduación previo a la opción al Grado de:

INGENIERO MECÁNICO

Título :
**PLAN DE GESTIÓN SISTEMÁTICO DE LA ENERGÍA BASADO
EN LA NORMA ISO 50001 APLICADO A SISTEMAS DE AIRE
ACONDICIONADO EN ÁREAS DE OFICINA**

Presentado por :

**CÉSAR ALEXIS BAUTISTA BAUTISTA
VÍCTOR ALEJANDRO CAMPOS BERNAL
JAIME ORLANDO MANCÍA GÓMEZ**

Trabajo de Graduación Aprobado por:

Docente Asesor :

M.Sc e Ing. Gustavo Salomón Torres Ríos Lazo

San Salvador, febrero de 2019

Trabajo de Graduación Aprobado por:

Docente Asesor :

M.Sc e Ing. Gustavo Salomón Torres Ríos Lazo

Trabajo de Graduación Aprobado por:

Docente Asesor :

M.Sc e Ing. Gustavo Salomón Torres Ríos Lazo

AGRADECIMIENTOS

Primeramente, agradecer a **Dios** por regalarme la vida, por darme sabiduría y guiarme a lo largo de mi carrera y permitir que este proyecto finalizara de la mejor manera.

Le agradezco a mi madre **Vilma Bautista** y mi padre **Julio Pérez** por todo el apoyo brindado en estos años, por sus ánimos, cariño, cuidados, por el tiempo dedicado, los valores inculcados y las noches de desvelo junto a mí, por creer en mi persona, en el cumplimiento de mis metas y sueños aun cuando nadie creía, gracias porque sin su apoyo esto jamás sería posible, estoy orgulloso de mis padres que hicieron sacrificios y dieron todo de si para que esta etapa finalizara.

A mi querida hermana **Valeria Bautista** por soportar mis ánimos, por sus atenciones, sus cuidados, porque de manera silenciosa ayudo mucho a este logro, a toda mi familia que siempre estuvo durante todo este proceso, por sus palabras de ánimo y su apoyo.

A **Glenda Sigarán**, Dios la puso en mi camino como compañera ideal y siempre ha tenido palabras de aliento, por sus cariños, detalles, comprensión, por soportarme en mis momentos de estrés y amarme sobre todas las cosas, gracias amor esta etapa fue menos agotadora con tú ayuda y presencia, agradecer a su mamá **Ana Sigarán** que siempre ha querido lo mejor para mí y que logre mis metas.

A mis amigos que siempre estuvieron pendientes del progreso a **Jonathan, Miguel, Víctor, Alex, Danilo**, gracias a ellos el recorrido fue menos tedioso, apoyándonos antes de cada evaluación, compartiendo conocimientos y

momentos gratos, de manera especial agradecer a **Tatiana Alfaro** amiga de toda la vida que me apoyo desde el primer día de la carrera hasta el último, por llenarme de ánimos y corregirme cuando las cosas iban mal gracias por estar siempre ahí.

A mis compañeros de trabajo de graduación **Víctor Campos** amigo fiel y comprensivo, gracias por acompañarme a lo largo de la carrera y aún más en la finalización de este proyecto de graduación, deseo lo mejor en tu vida personal y profesional, a **Jaime Mancía** a pesar de las diferencias de pensamientos y las distintas formas de ver las cosas siempre llegamos a un punto común para finalizar este trabajo, lo mejor para tú vida, gracias a ambos y espero en un futuro encontrarnos y poder compartir las experiencias adquiridas.

A la escuela de ingeniería mecánica, que con sus docentes de una u otra manera aportaron a mi formación académica y personal, a mi docente asesor **Ing. Salomón Torres** por la paciencia mostrada durante la elaboración de este trabajo, por saber guiarnos con sus consejos.

Por último, agradecer a los compañeros y amigos que por una u otra razón no pudieron finalizar la carrera, las circunstancias de la vida los hicieron retirarse, pero fueron parte de la formación como estudiante, amigo y persona, gracias a cada uno de ustedes.

CÉSAR ALEXIS BAUTISTA BAUTISTA

AGRADECIMIENTOS

Agradezco primeramente a **Dios** por darme salud, vida y sabiduría para poder cumplir mis sueños como estudiante, ayudándome a superar todas las dificultades que surgieron en el camino, por darme esa fortaleza para seguir adelante y sobre todo por el privilegio de tener en bien a toda mi familia.

También de todo corazón agradezco a mis padres **Víctor Antonio Campos Cantor** y **Marta Odilia Bernal de Campos** quienes han sido el pilar en mi vida junto con mi hermana **Erika Zuleyma Campos de Rivera**, que gracias a ellos y con su apoyo he podido crecer como persona, culminar mis estudios y poder ser un Ingeniero Mecánico.

A mis compañeros tesisistas **César Bautista** y **Jaime Mancía** les agradezco por formar parte en este camino hacia el éxito, qué a pesar de nuestras diferencias, compartimos muchas experiencias y nos apoyamos mutuamente ante cualquier dificultad pudiendo así culminar nuestros estudios como ingenieros.

Agradezco a mis compañeros y buenos amigos **César, Alex, Jonathan, Danilo y Miguel**, que han formado parte de todo este camino, que por muchas ocasiones fue difícil, tedioso, con malos momentos y que hasta incluso perdimos batallas, pero nunca la guerra. Les agradezco sinceramente y deseo éxitos en sus vidas.

A la escuela de Ingeniería y Arquitectura con los docentes que han ayudado a formarme como profesional y principalmente al **Ing. Gustavo Salomón Torres** que tomo el rol de docente asesor para desarrollar con éxitos nuestro trabajo de graduación.

Por último, un agradecimiento especial para la persona que más Amo y que sin ella no sé qué sería de mí, a mi madre **Marta Odilia Bernal de Campos**, que en los momentos cruciales de toda mi vida siempre estuvo ahí con su amor incondicional, me ayudo a labrar el camino del bien siendo una persona con buenos principios y a buscar superarme para tener una mejor vida.

VÍCTOR ALEJANDRO CAMPOS BERNAL

AGRADECIMIENTOS

Quiero iniciar agradeciendo al creador de todo por permitirme la vida y la salud para poder estudiar mi carrera universitaria. Gracias a mi familia y en especial a mi madre **Irma Yolanda Gómez de Mancía** y mi padre **Jaime Ernesto Mancía Guillen** por su incondicional apoyo en mi vida y durante mi carrera. Dedico este logro a mi abuelo **Manuel Antonio Molina** Q.E.P.D. quien desde la cuna me llamaba ingeniero.

Agradezco a mis amigos, compañeros y allegados por el ánimo que transmitieron en los momentos que pude compartir con cada uno de ellos. Quiero agradecer a nuestra Alma Mater por ser la casa de estudios superiores que me dio la oportunidad y me forjó como profesional. Gracias a todas las personas que colaboraron con mi trabajo de grado, mis compañeros **Víctor y César**, nuestro asesor, **Ing. Salomón** y al jurado calificador.

A las autoridades de la Facultad de Ciencias Agronómicas, por permitirnos desarrollar nuestro trabajo en el Edificio de Postgrados y Educación Continua de su facultad, al personal docente y administrativo del edificio y en especial a **Don Carlos**, el conserje del edificio.

Debo agradecer también a la Asociación General de Estudiantes de Ingeniería y Arquitectura "Silvia Estela Ayala" ASEIAS, por darme la oportunidad de ser un estudiante orgánico, desde donde pude ayudar a otros compañeros y participar en la lucha estudiantil.

Que con el conocimiento de nuestra carrera como profesionales de la Ingeniería podamos aportar de la mejor manera posible al desarrollo y bienestar de nuestra sociedad salvadoreña.

“Vive como si fueras a morir mañana, aprende como si fueras a vivir siempre”

¡Estudio y Lucha!

JAIME ORLANDO MANCÍA GÓMEZ

DEDICATORIAS

Dedicamos este trabajo de graduación primeramente a Dios por darnos la inteligencia para desarrollarlo y también por ayudarnos en la toma de las mejores decisiones durante cada etapa de este trabajo ingenieril.

A nuestras familias por su apoyo incondicional en todo momento, por sus consejos y ejemplos, por darnos la educación necesaria, por guiarnos en el camino del bien y por formarnos en las personas que somos para poder cumplir todos nuestros sueños y metas.

CÉSAR BAUTISTA

VÍCTOR CAMPOS

JAIME MANCÍA

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE GENERAL.....	i
ÍNDICE DE FIGURAS.....	iv
FIGURAS DE ANEXO 1.....	xi
ÍNDICE DE TABLAS.....	xii
TABLAS DE ANEXO 2.....	xvii
INTRODUCCIÓN.....	xix
OBJETIVOS.....	xxi
General.....	xxi
Específicos.....	xxi
CAPÍTULO I – MARCO TEÓRICO.....	1
1.1 Eficiencia Energética.....	1
1.1.1 Introducción a la Eficiencia Energética.....	1
1.1.2 Beneficios de la Eficiencia Energética.....	2
1.1.3 Obstáculos para el ahorro de la energía.....	4
1.2 Energía: Necesidad y Problemática.....	11
1.2.1 Sector Eléctrico en El Salvador.....	12
1.2.2 Impacto Ambiental del Ahorro de Energía.....	17
1.2.3 Política Energética en El Salvador.....	19
1.2.4 Política de Eficiencia Energética.....	22
1.2.5 Objetivos de Desarrollo Sostenible.....	29
1.3 Sistemas de aire acondicionado.....	44
1.3.1 Funcionamiento de los elementos básicos de los aires acondicionados.....	44
1.3.2 Refrigerantes para sistemas de aire acondicionado.....	46
1.3.3 Tipos de sistemas de aire acondicionado frecuentemente utilizados en áreas de oficina.....	47
1.4 Gestión de la Energía.....	51
1.4.1 Generalidades de un Plan de Gestión.....	51
1.4.2 El ABC de la eficiencia energética.....	55
1.4.3 Sistema de Gestión de la Energía: ISO 50001:2011.....	59
CAPÍTULO II – GESTIÓN DE RECURSOS Y DESARROLLO DE AUDITORIA ENERGÉTICA.....	64
2.1 Auditoria energética Preliminar.....	64
2.1.1 Determinación de las áreas de interés.....	65

2.1.2	Caracterización de los sistemas de aire acondicionado.....	66
2.1.3	Metodología para el cálculo de ganancias térmicas.....	73
2.1.4	Determinación de cargas térmicas del edificio.....	79
2.1.5	Capacidad para los equipos de A/A requerida.....	157
2.2	Metodología y procedimientos para implementar el sistema de gestión de la energía.....	158
2.2.1	Plan de trabajo	158
2.2.2	Generalidades de la Organización.....	163
2.2.3	Marco Institucional.....	164
2.2.4	Actividades de la Institución.....	166
2.2.5	Análisis de la ubicación de las instalaciones.....	168
2.2.6	Procedimiento para la implementación de una SGE	173
CAPÍTULO III – REQUISITOS DEL SGE Y PROPUESTAS DE APLICACIÓN		
.....		178
3.1	Requisitos generales (4.1).....	178
3.1.1	Responsables, actividades, evidencia y registros	179
3.1.2	Alcances y límites de SGE para la institución	179
3.2	Responsabilidad de la alta dirección (4.2)	180
3.2.1	Alta dirección (4.2.1).....	180
3.2.2	Representante de la alta dirección (4.2.2)	182
3.3	Política energética (4.3).....	186
3.3.1	Requisitos, pasos y responsables.....	186
3.3.2	Propuesta de política energética para el edificio de postgrados de la facultad de agronomía.	189
3.4	Planificación energética (4.4).....	190
3.4.1	Generalidades (4.4.1).....	190
3.4.2	Requisitos legales y otros relacionados (4.4.2).....	193
3.4.3	Revisión energética (4.4.3).....	198
3.4.4	Línea base de eficiencia energética (4.4.4)	225
3.4.5	Indicadores de desempeño energético (4.4.5).....	227
3.4.6	Objetivos, metas y planes de acción para la gestión energética (4.4.6)	230
3.5	Implementación y operación (4.5).....	234
3.5.1	Generalidades (4.5.1).....	234
3.5.2	Competencia, formación y toma de conciencia (4.5.2).....	234
3.5.3	Comunicación (4.5.3).....	237

3.5.4	Documentación (4.5.4)	245
3.5.5	Control operacional (4.5.5)	246
3.5.6	Diseño (4.5.6)	247
3.5.7	Compra de servicios de energía, productos, equipos y energía (4.5.7)	248
3.6	Verificación (4.6).....	254
3.6.1	Seguimiento, verificación y análisis (4.6.1)	254
3.6.2	Evaluación requisitos legales y otros requisitos (4.6.2).....	255
3.6.3	Auditoria interna del SGE (4.6.3)	256
3.6.4	No conformidades, corrección, acción correctiva y acción preventiva (4.6.4)	272
3.6.5	Control de registros (4.6.5)	274
3.7	Revisión por la dirección (4.7)	274
3.7.1	Generalidades (4.7.1)	274
3.7.2	Información de entrada para la revisión por la alta dirección (4.7.2)	275
3.7.3	Resultados de la revisión por la alta dirección (4.7.3)	276
RESULTADOS.....		xxii
CONCLUSIONES		xxvii
RECOMENDACIONES		xxix
GLOSARIO		xxx
REFERENCIAS		xxxii
ANEXO 1		xxxvi
ANEXO 2		xxxix

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1-1 Desarrollo de iniciativas sin continuidad, Fuente: ISO 50001, Energy Management Systems-Aimee McKane, 2010	5
Figura 1.1-2 Desarrollo de una implementación con compromiso, Fuente: ISO 50001, Energy Management Systems-Aimee McKane, 2010.....	6
Figura 1.1-3 Etiqueta de consumo de energía. Fuente: Diario oficial.....	7
Figura 1.2-1 Evolución de la capacidad instalada MW. Fuente: CNE, Sector Eléctrico de El Salvador,2014.....	13
Figura 1.2-2 Demanda máxima de potencia. Fuente: CNE, Sector Eléctrico de El Salvador, 2014.....	13
Figura 1.2-3 Incremento de la demanda anual de energía en El Salvador. Fuente: CNE, Sector Eléctrico de El Salvador, 2014.	14
Figura 1.2-4 Curva típica horaria de la demanda nacional. Fuente: CNE, Sector Eléctrico de El Salvador, 2014.	14
Figura 1.2-5. Porcentaje de emisiones de CO2 en el sector energético por subsector. Fuente: MARN, Inventario Nacional de GEI de El Salvador, 1994..	19
Figura 1.2-6 Estructura del sector eléctrico de El Salvador. Fuente: CEPAL, Informe nacional de monitoreo de la eficiencia energética de El Salvador, 2016	21
Figura 1.2-7 Objetivo número 7 de los ODS. Fuente: http://www.undp.org , 2015.	31
Figura 1.2-8 Objetivo número 7 de los ODS. Fuente: http://los17ods.org , 2015.	31
Figura 1.2-9 Objetivo número 9 de los ODS. Fuente: http://los17ods.org , 2015.	32
Figura 1.2-10 Objetivo número 9 de los ODS. Fuente: http://www.undp.org , 2015.	32
Figura 1.2-11 Objetivo número 13 de los ODS. Fuente: http://www.undp.org , 2015.....	33

Figura 1.2-12 Objetivo número 13 de los ODS. Fuente: http://los17ods.org . 2015.	33
Figura 1.2-13 Ejemplo de aplicación del ODS 7. Fuente: propia; 2018.....	35
Figura 1.2-14 Programa naciones unidas para el desarrollo, Fuente: www.pnud.org.sv , 2015.	35
Figura 1.2-15 Representación de los ODM en El Salvador, Fuente: http://www.odselsalvador.gob.sv , 2015.....	35
Figura 1.2-16 Ranking global de El Salvador en los índices de avances de los ODS, Fuente: SDG Index and Dashboards, Global Report, 2016	38
Figura 1.2-17 Rendimiento promedio de El Salvador en los índices de avances de los ODS, Fuente: SDG Index and Dashboards - Global Report, 2016.....	39
Figura 1.2-18 Calificación del avance en los índices de avances de los ODS, Fuente: SDG Index and Dashboards - Global Report, 2016.....	39
Figura 1.2-19 Rendimiento de los indicadores de los ODS, número 7, 9 y 13 Fuente: SDG Index and Dashboards - Global Report, 2016.....	40
Figura 1.3-1 Diagrama de funcionamiento de aire acondicionado. Fuente: Nathaly Colocho, Manual básico de sistemas de aire acondicionado y extracción mecánica de uso común en arquitectura, 2011	45
Figura 1.3-2 Uso de la energía eléctrica en el sector comercio y servicio. Fuente: AES, Manual de eficiencia energética, 2012	51
Figura 1.4-1 Etapas del ABC de la eficiencia energética. Fuente: CNE, El Salvador ahorra energía, 2015.	56
Figura 1.4-2 Los principales impulsores para incorporar a un sistema de gestión energético, Fuente: manual para la implementación de un sistema de gestión de energía 2017.....	62
Figura 2.1-1 Evolución de una auditoría energética. Fuente: Revista PASEA, 1ra Ed. Abril-junio 2015.....	64
Figura 2.1-2 Equipo de aire acondicionado central separado. Fuente: CS AYRE S.A.S. Sitio Oficial.....	66

Figura 2.1-3 Condensadora de los modelos de equipo de AA instalados en el primer nivel. Fuente: Ruud Commercial Series High-Efficiency Condensing Units	67
Figura 2.1-4 Número de Designación del modelo. Fuente: Rheem Commercial High-Efficiency Condensing Units.....	68
Figura 2.1-5 Capacidad y potencia de la unidad condensadora. Fuente: Rheem Commercial High-Efficiency Condensing Units.....	68
Figura 2.1-6 Dimensiones y peso de la unidad. Fuente: Rheem Commercial High-Efficiency Condensing Units	69
Figura 2.1-7 Condensadora de los modelos de AA RUUD instalados en el segundo nivel. Fuente: Rheem Classic Series Air Conditioners	70
Figura 2.1-8 Número de designación del modelo. Fuente: Rheem Classic Series Air Conditioners	70
Figura 2.1-9 Dimensiones de la unidad. Fuente: Rheem Classic Series Air Conditioners.....	71
Figura 2.1-10 Condensadora de los modelos de AA York instalados en el segundo nivel. Fuente: York TECHNICAL GUIDE LX SERIES SPLIT-SYSTEM AIR CONDITIONERS	72
Figura 2.1-11 Especificaciones técnicas de AA York. Fuente: York TECHNICAL GUIDE LX SERIES SPLIT-SYSTEM AIR CONDITIONERS.....	72
Figura 2.1-12 Dimensiones de la unidad. Fuente: York TECHNICAL GUIDE LX SERIES SPLIT-SYSTEM AIR CONDITIONERS.....	73
Figura 2.2-1 Cronograma de actividades y recursos, Sección 1. Fuente: Propia	161
Figura 2.2-2 Cronograma de actividades y recursos, Sección 2. Fuente: Propia	162
Figura 2.2-3 Edificio del Instituto de Investigaciones Agroalimentarias, Ambientales y Escuela de Postgrado y Educación Continua. Fuente: Propia.	163
Figura 2.2-4 Planta Arquitectónica segundo nivel. Fuente: Propia.....	167
Figura 2.2-5 Planta arquitectónica primer nivel: auditorium. Fuente: Facultad de Ciencias Agronómicas.	168

Figura 2.2-6 Promedio mensuales temperatura máxima, mínima y promedio del departamento de San Salvador. Fuente: (MARN snet, s.f.).....	170
Figura 2.2-7 Promedio mensual de humedad relativa en San Salvador. Fuente: (snet).....	170
Figura 2.2-8 Promedios mensuales de precipitación en San Salvador. Fuente: (snet).....	171
Figura 2.2-9 Orientación de las fachadas. Fuente: Manual de Diseño Pasivo y EE en Edificios Públicos, Innova chile 2012.	172
Figura 2.2-10 Orientación tomada desde el frente del edificio, fachada hacia el oeste. Fuente: propia.	172
Figura 2.2-11 Ciclo Deming en el estándar ISO 50001; Fuente: revista PESAE 6ta edición, 2017.....	173
Figura 2.2-12 Ciclo Deming en el estándar ISO 50001; Fuente: revista PESAE 6ta edición, 2017.....	175
Figura 2.2-13 Ciclo Deming en el estándar ISO 50001; Fuente: revista PESAE 6ta edición, 2017.....	176
Figura 2.2-14 Identificación de acciones para mejorar el desempeño energético, Fuente: manual para la implementación de un sistema de gestión de energía, 2017.....	177
Figura 3.1-1 Diagrama de actividades para el cumplimiento de requisitos generales. Fuente: (Campos, 2013)	179
Figura 3.2-1 Diagrama de actividades para el cumplimiento de la alta dirección. Fuente: (Campos, 2013)	181
Figura 3.2-2 Presentación en Junta Directiva para cumplimiento de Estándar ISO 50001. Fuente: Propia	182
Figura 3.2-3 Diagrama de actividades para el cumplimiento de la del representante de la alta dirección. Fuente: (Campos, 2013)	184
Figura 3.2-4 Jerarquía de la institución para el cumplimiento del SGE. Fuente: Propia	185
Figura 3.3-1 Tercer paso: documentación, comunicación, revisión o actualización, Fuente: propia; 2018.	188

Figura 3.4-1 Interrogantes que debe responder la planificación energética de la organización. Fuente: Guía para la Implementación SGE ISO 50001. AChEE	191
Figura 3.4-2 Esquema de la planificación energética. Fuente: Guía para la Implementación SGE ISO 50001. AChEE.	192
Figura 3.4-3 Pasos a seguir durante la revisión energética, Fuente: Guía de implementación de Sistemas	200
Figura 3.4-4 Historial de energía eléctrica total consumida en la facultad de agronomía. Fuente: http://ues.miconsumodeenergia.com/	202
Figura 3.4-5 Protección principal del edificio de postgrados, al cual se conectó el analizador de redes. Fuente: propia. Mayo 2018.....	204
Figura 3.4-6 Conexión del analizador de redes sobre la protección principal del edificio, con la ayuda de la escuela de Ingeniería Eléctrica, Fuente: propia, mayo 2018.....	204
Figura 3.4-7 Analizador de redes, marca Fluke prestado por la unidad de desarrollo físico de la universidad de El Salvador. Fuente: propia. 2018.....	205
Figura 3.4-8 Analizador de redes, marca AEMC prestado por la Escuela de ingeniería eléctrica de la universidad de El Salvador. Fuente: propia. 2018..	205
Figura 3.4-9 Registro de potencia en el edificio de postgrados en la facultad de agronomía. Fuente: propia.2018.....	205
Figura 3.4-10 Registro de energía consumida en el edificio de postgrado de la facultad de agronomía. Fuente: propia	206
Figura 3.4-11 Grafica de potencia de los equipos de aire acondicionado del segundo nivel, Fuente: propia, 2018.....	208
Figura 3.4-12 Energía consumida de los sistemas de aire acondicionado del segundo nivel del edificio de postgrado de la facultad de agronomía. Fuente: propia.....	208
Figura 3.4-13 Energía consumida de los sistemas de aire acondicionado en el auditorium del edificio de postgrado de la facultad de agronomía. Fuente: propia.	209

Figura 3.4-14 Puertas abiertas en salones y oficinas del segundo nivel del edificio de postgrados, Fuente: Propia, 2018.....	212
Figura 3.4-15 Termostato instalado en el segundo nivel del edificio, configurado a 22°C, sin protección ni señalización, Fuente: Propia, 2018	212
Figura 3.4-16 Puertas abiertas mientras se realiza actividad en el auditorium ubicado en el primer nivel del edificio, Fuente: Propia, 2018.....	212
Figura 3.4-17 Termostato ubicado en auditorium configurado a 24°C, sin rotulación, Fuente: Propia, 2018.....	213
Figura 3.4-18 Termostato ubicado en el auditorium configurado a 26°C, sin rotulación, Fuente: Propia, 2018.....	213
Figura 3.4-19 Escala de calificación de edificios por Emisiones de $\text{kgCO}_2/\text{m}^2\cdot\text{año}$. Fuente: IDAE España.	218
Figura 3.4-20 Línea base del edificio de postgrados de la facultad de agronomía en base al consumo energético de los equipos de aire acondicionado mensual en el año 2017, Fuente: Propia.....	227
Figura 3.4-21 Indicador de desempeño energético en la primera planta del edificio de postgrados de la facultad de agronomía, consumo energético semanal de los equipos de aire acondicionado instalados. Fuente: Propia	229
Figura 3.4-22 Indicador de desempeño energético en la segunda planta del edificio de postgrados de la facultad de agronomía, consumo energético semanal de los equipos de aire acondicionado instalados. Fuente: Propia	229
Figura 3.4-23 Pasos para incorporar los objetivos y las metas, Fuente: Guía práctica para la implementación de un sistema de gestión energía, 2014.....	230
Figura 3.5-1 Conciencia, formación y sensibilización para la implementación del SGE. Fuente: (Campos, 2013).....	235
Figura 3.5-2 Capacitación al personal del edificio de Postgrado. Fuente: Propia	237
Figura 3.5-3 Qué comunicar sobre el SGE. Fuente: (Campos, 2013).....	238
Figura 3.5-4 Herramientas de comunicación para la implementación del SGE. Fuente: (Campos, 2013)	239

Figura 3.5-5 Afiche de comunicación sobre el SGE en base a estándar ISO 50001. Fuente: Propia	240
Figura 3.5-6 Afiche de comunicación sobre el uso eficiente de los equipos por parte del personal del edificio. Fuente: (SGA, s.f.).....	241
Figura 3.5-7 Afiche de comunicación sobre el uso eficiente de los equipos por parte de los usuarios del edificio. Fuente: (SGA, s.f.).....	242
Figura 3.5-8 Banners informativo sobre EE. Fuente: Propia.....	243
Figura 3.5-9 Actividades y responsables de la comunicación para la implementación del SGE. Fuente: (Campos, 2013).....	244
Figura 3.5-10 Estrategias para un control operacional eficiente. Fuente: Guía para la Implementación SGE ISO 50001. AChEE.	246
Figura 3.5-11 Etiquetas y sellos de eficiencia energética. Fuente: PNUD-CNE, Elaboración de normas técnicas sobre compras con criterio de eficiencia, 2012	251
Figura 3.5-12 Etiqueta de la Unión Europea. Fuente: PNUD-CNE, Elaboración de normas técnicas sobre compras con criterio de eficiencia, 2012.....	252
Figura 3.5-13 Etiqueta de Estados Unidos. Fuente: PNUD-CNE, Elaboración de normas técnicas sobre compras con criterio de eficiencia, 2012.....	252
Figura 3.6-1 Historial de potencia registrado en el periodo de medición en el segundo nivel del edificio de postgrados; Fuente: Propia.....	263
Figura 3.6-2 Historial de consumo de energía de los equipos de aire acondicionado en el segundo nivel del edificio de postgrados; Fuente: Propia	264
Figura 3.6-3 Historial de consumo de energía de los equipos de aire acondicionado en el primer nivel del edificio de postgrados, Fuente: Propia..	265
Figura 3.6-4 Conexión del analizador de redes en la protección principal de los equipos de aire acondicionado del segundo nivel. Fuente: Propia	266
Figura 3.6-5 Extracción de datos del analizador de redes para posterior análisis, Fuente: Propia	266
Figura 3.6-6 Conexión del analizador de redes en la protección principal de los equipos de aire acondicionado del primer nivel. Fuente: Propia.....	266

Figura 3.6-7 Reducción de fugas de aire con puertas cerradas, cuando los sistemas de aire acondicionado están encendidos. Fuente: Propia	266
Figura 3.6-8 Analizador de redes conectado y registrando datos. Fuente: Propia	267
Figura 3.6-9 Vista del ala Norte del edificio, ventanas abiertas en las horas de la mañana para ventilación natural. Fuente: Propia.....	267
Figura 3.6-10 Actividades para el cumplimiento del requisito de las no conformidades. Fuente: (Campos, 2013).....	273
Figura 3.7-1 Revisión por la Alta Dirección. Fuente: (Campos, 2013)	275

FIGURAS DE ANEXO 1

Figura A 1 Capacitación, explicación de emisiones de CO2. Fuente: Propia	xxxvi
Figura A 2 Capacitación, explicación sobre para metros de funcionamiento de aires acondicionados. Fuente: Propia.....	xxxvi
Figura A 3 Personal del Edificio de Postgrado, participando en las jornadas de capacitación. Fuente: Propia.....	xxxvii
Figura A 4 Analizador de Redes Fluke 1735. Fuente: Propia	xxxvii
Figura A 5 Tablero eléctrico general del edificio de postgrado. Fuente. Propia	xxxviii

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.2-1 Emisiones del CO ₂ del sector energético por subsector. Fuente: MARN, Inventario Nacional de GEI de El Salvador, 1994	19
Tabla 1.2-2 Presenta los 17 objetivos de desarrollo sostenible, Fuente: http://www.undp.org , SF.	30
Tabla 1.2-3 Estados de avances metas e indicadores de los ODS. Fuente: Informe nacional de seguimiento de los ODS de El Salvador. Febrero 2017. ..	42
Tabla 1.3-1 Breve comparativa de sistemas de aire acondicionado. Fuente: CNE, Uso eficiente de aires acondicionados y ventiladores, 2011.....	48
Tabla 1.4-1 Evolución de los SGEN del manual para la implementación de un sistema de gestión de energía 2017	60
Tabla 2.1-1 Identificación de las áreas de interés. Fuente: Propia	65
Tabla 2.1-2 Clima y datos históricos. Fuente: (Climate-data, s.f.)	79
Tabla 2.1-3 Cálculo del peso de paredes en el auditorio. Fuente: Propia	81
Tabla 2.1-4 Cálculo del peso del techo y piso en el auditorio. Fuente: Propia .	82
Tabla 2.1-5 Calculo de calor por radiación en el auditorio. Fuente: Propia	82
Tabla 2.1-6 Temperatura equivalente en el auditorio. Fuente: Propia.....	84
Tabla 2.1-7 Ganancias de calor por transmisión en el auditorio. Fuente: Propia	84
Tabla 2.1-8 Ganancias de calor por personas en el auditorio. Fuente: Propia .	86
Tabla 2.1-9 Ganancias de calor por equipos electrónicos en el auditorio. Fuente: Propia	87
Tabla 2.1-10 Ganancias de calor por transmisión en sala de proyecciones. Fuente: Propia	89
Tabla 2.1-11 Ganancias de calor por personas en sala de proyecciones. Fuente: Propia	90
Tabla 2.1-12 Ganancias de calor por equipos electrónicos en sala de proyecciones. Fuente: Propia	91
Tabla 2.1-13 Cálculo del peso de paredes en el aula 1. Fuente: Propia	93
Tabla 2.1-14 Cálculo del peso del techo y piso en el aula 1. Fuente: Propia ...	93

Tabla 2.1-15 Calculo de calor por radiación en el aula 1. Fuente: Propia	94
Tabla 2.1-16 Temperatura equivalente en el aula 1. Fuente: Propia.....	95
Tabla 2.1-17 Ganancias de calor por transmisión en el aula 1. Fuente: Propia	96
Tabla 2.1-18 Ganancias de calor por personas en el aula 1. Fuente: Propia...	97
Tabla 2.1-19 Ganancias de calor por equipos electrónicos en el aula 1. Fuente: Propia	98
Tabla 2.1-20 Ganancias de calor por transmisión en el aula 2. Fuente: Propia	100
Tabla 2.1-21 Ganancias de calor por personas en el aula 2. Fuente: Propia .	102
Tabla 2.1-22 Ganancias de calor por equipos electrónicos en el aula 2. Fuente: Propia	102
Tabla 2.1-23 Ganancias de calor por transmisión en el aula 3. Fuente: Propia	105
Tabla 2.1-24 Ganancias de calor por personas en el aula 3. Fuente: Propia .	106
Tabla 2.1-25 Ganancias de calor por equipos electrónicos en el aula 3. Fuente: Propia	107
Tabla 2.1-26 Ganancias de calor por transmisión en el laboratorio SIG. Fuente: Propia	109
Tabla 2.1-27 Ganancias de calor por personas en el laboratorio SIG. Fuente: Propia	110
Tabla 2.1-28 Ganancias de calor por equipos electrónicos en el laboratorio SIG. Fuente: Propia	111
Tabla 2.1-29 Ganancias de calor por transmisión en el laboratorio investigaciones. Fuente: Propia.....	113
Tabla 2.1-30 Ganancias de calor por personas en el laboratorio investigaciones. Fuente: Propia	115
Tabla 2.1-31 Ganancias de calor por equipos electrónicos en el laboratorio investigaciones. Fuente: Propia.....	115
Tabla 2.1-32 Cálculo del peso de paredes en la jefatura de unidad de postgrado. Fuente: Propia	117

Tabla 2.1-33 Cálculo del peso del techo y piso en la jefatura de unidad de postgrado. Fuente: Propia	117
Tabla 2.1-34 Calculo de calor por radiación en la jefatura de unidad de postgrado. Fuente: Propia	118
Tabla 2.1-35 Temperatura equivalente en la jefatura de la unidad de postgrado. Fuente: Propia	120
Tabla 2.1-36 Ganancias de calor por transmisión en la jefatura de la unidad de postgrado. Fuente: Propia	120
Tabla 2.1-37 Ganancias de calor por personas en la jefatura de la unidad de postgrado. Fuente: Propia	122
Tabla 2.1-38 Ganancias de calor por equipos electrónicos en la jefatura de la unidad de postgrado. Fuente: Propia.....	122
Tabla 2.1-39 Ganancias de calor por transmisión en el cubículo de la unidad de postgrado. Fuente: Propia	124
Tabla 2.1-40 Ganancias de calor por personas en el cubículo de la unidad de postgrado. Fuente: Propia	126
Tabla 2.1-41 Ganancias de calor por equipos electrónicos en el cubículo de la unidad de postgrado. Fuente: Propia.....	127
Tabla 2.1-42 Ganancias de calor por transmisión en recepción de la unidad de postgrado. Fuente: Propia	129
Tabla 2.1-43 Ganancias de calor por personas en recepción de la unidad de postgrado. Fuente: Propia	130
Tabla 2.1-44 Ganancias de calor por equipos electrónicos en recepción de la unidad de postgrado. Fuente: Propia.....	131
Tabla 2.1-45 Cálculo del peso de paredes en el salón de usos múltiples. Fuente: Propia	133
Tabla 2.1-46 Cálculo del peso del techo y piso en el salón de usos múltiples. Fuente: Propia	133
Tabla 2.1-47 Calculo de calor por radiación en el salón de usos múltiples. Fuente: Propia	133

Tabla 2.1-48 Temperatura equivalente en el salón de usos múltiples. Fuente: Propia	135
Tabla 2.1-49 Ganancias de calor por transmisión en el salón de usos múltiples. Fuente: Propia	136
Tabla 2.1-50 Ganancias de calor por personas en el salón de usos múltiples. Fuente: Propia	137
Tabla 2.1-51 Ganancias de calor por equipos electrónicos en el salón de usos múltiples. Fuente: Propia	138
Tabla 2.1-52 Cálculo del peso de paredes en la jefatura de investigaciones. Fuente: Propia	140
Tabla 2.1-53 Cálculo del peso del techo y piso en la jefatura de investigaciones. Fuente: Propia	140
Tabla 2.1-54 Calculo de calor por radiación en la jefatura de investigaciones. Fuente: Propia	140
Tabla 2.1-55 Temperatura equivalente en la jefatura de investigaciones. Fuente: Propia	142
Tabla 2.1-56 Ganancias de calor por transmisión en la jefatura de investigaciones. Fuente: Propia.....	143
Tabla 2.1-57 Ganancias de calor por personas en la jefatura de investigaciones. Fuente: Propia	144
Tabla 2.1-58 Ganancias de calor por equipos electrónicos en la jefatura de investigaciones. Fuente: Propia.....	145
Tabla 2.1-59 Cálculo del peso de paredes en el salón de consultas. Fuente: Propia	147
Tabla 2.1-60 Cálculo del peso del techo y piso en el salón de consultas. Fuente: Propia	147
Tabla 2.1-61 Calculo de calor por radiación en el salón de consultas. Fuente: Propia	147
Tabla 2.1-62 Temperatura equivalente en el salón de consultas. Fuente: Propia	149

Tabla 2.1-63 Ganancias de calor por transmisión en el salón de consultas. Fuente: Propia	150
Tabla 2.1-64 Ganancias de calor por personas en el salón de consultas. Fuente: Propia	151
Tabla 2.1-65 Ganancias de calor por equipos electrónicos en el salón de consultas. Fuente: Propia	152
Tabla 2.1-66 Ganancias de calor por transmisión en recepción del instituto de investigaciones. Fuente: Propia	154
Tabla 2.1-67 Ganancias de calor por personas en recepción del instituto de investigaciones. Fuente: Propia	155
Tabla 2.1-68 Ganancias de calor por equipos electrónicos en recepción del instituto de investigaciones. Fuente: Propia	156
Tabla 2.1-69 Resumen de capacidad de refrigeración requerida para los aires acondicionados	157
Tabla 3.2-1 Roles para el comité de gestión de la energía. Fuente: Propia ...	185
Tabla 3.4-1 Planificación energética. Cronograma de actividades, responsable, evidencia y registro	193
Tabla 3.4-2 Matriz de identificación de requisitos legales y otros requisitos ..	195
Tabla 3.4-3 Consumo de energía eléctrica total por mes en la facultad de agronomía. Fuente: http://ues.miconsumodeenergia.com	203
Tabla 3.4-4 Pliego tarifario según hora de consumo de energía eléctrica, precios vigentes del 15 de julio hasta 14 de octubre del 2018, Fuente: https://www.siget.gob.sv	215
Tabla 3.4-5 Calificación en EE sobre emisiones de CO ₂ al año. Fuente: Propia	219
Tabla 3.4-6 Consumo y distribución de los equipos instalados en los dos niveles del edificio. Fuente: Propia	220
Tabla 3.4-7 Calificación de la demanda de refrigeración de los equipos primer nivel. Fuente: Propia	220
Tabla 3.4-8 Calificación de la demanda de refrigeración de los equipos del segundo nivel. Fuente: Propia	221

Tabla 3.4-9 Calificación de la demanda de refrigeración de los equipos de A/A. Fuente: Propia	222
Tabla 3.4-10 Consumo de energía eléctrica de los equipos de aire acondicionado en el edificio de postgrados de la facultad de agronomía en el año 2017, Fuente: Propia.	226
Tabla 3.4-11 Ejemplo de objetivos, metas y planes de acción. Fuente: Propia	231
Tabla 3.5-1 Aire acondicionado tipo Mini Split. Fuente: PNUD-CNE, Elaboración de normas técnicas sobre compras con criterio de eficiencia, 2012	253
Tabla 3.5-2 Aire acondicionado Tipo Central. Fuente: PNUD-CNE, Elaboración de normas técnicas sobre compras con criterio de eficiencia, 2012	253
Tabla 3.6-1 Seguimiento, Verificación y Análisis en el edificio de postgrado de la facultad de ciencias agronómicas.	255
Tabla 3.6-2 Demanda anual de refrigeración en las etapas de revisión y verificación. Fuente: Propia	270
Tabla 3.6-3 Comparación de calificación energética durante esta de revisión y verificación. Fuente: Propia	271
Tabla 3.6-4 Evaluación de ahorro económico. Fuente: Propia.....	272

TABLAS DE ANEXO 2

Tabla A 1 Factor de almacenamiento sobre carga térmica Fuente: (Carrier, 1980)	xxxix
Tabla A 2 Aportaciones Solares a Través de Vidrio a 10° Latitud Norte. Fuente: (Carrier, 1980).....	xl
Tabla A 3 Aportaciones Solares a Través de Vidrio a 40° Latitud Norte. Fuente: (Carrier, 1980).....	xli
Tabla A 4 Factores Totales de Ganancia Solar a Través del Vidrio. Fuente: (Carrier, 1980).....	xlii
Tabla A 5 Diferencia Equivalente de Temperatura. Fuente: (Carrier, 1980) ...	xliii

Tabla A 6 Correcciones de las diferencias equivalentes de temperatura. Fuente: (Carrier, 1980).....	xliii
Tabla A 7 Coeficiente de Transmisión Global en Muros. Fuente: (Carrier, 1980)	xliv
Tabla A 8 Coeficiente de transmisión Global de Ventanas y Puertas. Fuente: (Carrier, 1980).....	xlv
Tabla A 9 Valor límite de eficiencia energética para cada tipo de instalación de luminarias, Fuente: (Lledo)	xlv
Tabla A 10 Ganancias de calor debidas a los ocupantes. Fuente: (Carrier, 1980)	xlvi
Tabla A 11 Uso del local y categoría de calidad de aire. Fuente: (RITE, 2010)	xlvii

INTRODUCCIÓN

Este trabajo de graduación se enfoca en la aplicación del estándar ISO 50001 a sistemas de aire acondicionado en áreas de oficina en el Instituto de Investigaciones Agroalimentarias, Ambientales y Escuela de Postgrado y Educación Continua, mediante un plan para desarrollar un sistema de gestión de energía; iniciando con el estudio del consumo de energía de los sistemas de aire acondicionado instalados para climatizar oficinas en un edificio ubicado en la zona metropolitana de San Salvador. Lo anterior, es con el objeto de definir la cantidad, del total de energía que consume el edificio, que es destinada a la climatización de los espacios de trabajo, mediante de una metodología basada en criterios de ingeniería de la Eficiencia Energética.

En ese sentido el marco teórico de referencia permitirá contextualizar el tema de ahorro energético y su aplicación en las diferentes actividades productivas. En El Salvador, el sector servicios demanda espacios para operativizar sus actividades administrativas y de atención al cliente; dichos espacios necesitan confort para el personal y los usuarios, siendo la climatización uno de los principales factores para satisfacer esa necesidad. Los edificios de oficinas públicos y privados son un claro ejemplo de lo anterior. Es por ello, que este trabajo cuantificará los beneficios económicos y ambientales que trae su aplicación.

Se pretende además elaborar un manual que permita facilitar la aplicación de este trabajo, por lo que, en el Capítulo III los temas son enumerados en base al Estándar ISO 50001:2011 y muestran cómo sentar las bases para la implementación de dicho estándar mediante el desarrollo de diferentes etapas que permiten obtener información con la medición y cálculo de variables de suma

importancia. Por ello, en este trabajo es necesario hacer uso de las instalaciones de un edificio con áreas de oficina climatizadas, que permita la obtención de datos y que el análisis de los resultados obtenidos sirva como base para dictar las conclusiones y proponer recomendaciones orientadas a mejorar del rendimiento energético desde la climatización, evaluando alternativas viables, factibles y que generan un impacto a nivel corporativo, ambiental y social.

OBJETIVOS

General

Proporcionar a las organizaciones un plan de acción bajo un marco de estandarización para la integración de los sistemas de aire acondicionado de oficinas a la eficiencia energética en sus prácticas de gestión para la implementación del estándar ISO 50001:2011 mediante una guía metodológica.

Específicos

- Evaluar experimentalmente el desempeño energético de los sistemas de aire acondicionado destinados a las áreas de oficina en el edificio.
- Estandarizar procedimientos y procesos que permitan dar respuesta a la reducción del consumo energético con base en normas internacionales.
- Desarrollar estrategias de optimización y obtener parámetros para el mejoramiento y la certificación en eficiencia energética.
- Determinar una calificación de eficiencia energética del edificio con base en el consumo de los sistemas de aire acondicionado.
- Identificar y desarrollar propuestas aplicables al ahorro energético.

CAPÍTULO I – MARCO TEÓRICO

1.1 Eficiencia Energética

1.1.1 Introducción a la Eficiencia Energética

Se sabe que la energía sirve para tener luz donde está oscuro, frío donde hace calor o moverse sin esfuerzo a grandes distancias. También que la energía que se usa, en forma de gas, gasolina o electricidad, cuesta en su compra y cuesta a la sociedad y al planeta, porque para tener esa energía afectamos, en diversos grados, al medio ambiente; su alteración se manifiesta en sequías que afectan a la producción de alimentos, lluvias que destruyen pueblos enteros, y problemas de salud que hay que atender, entre otros muchos impactos. (Buen, 2014)

Cuando la disponibilidad de recursos naturales y energéticos es cada vez menor y a mayor costo, la necesidad de racionalizar esos recursos y aplicar estrategias de desarrollo sostenible, obliga a que en toda actividad se busque la eficiencia, entendida como conseguir más y mejores resultados con menos recursos, lo cual se expresa en menor costo de producción para producir lo mismo. (CNE C. E., 2015)

Desde la década de 1790, con las máquinas de vapor de Boulton¹ y Watt² se tenía una competencia por la eficiencia y menor consumo de energía. Para la Segunda Guerra Mundial la eficiencia en el consumo de combustible se convirtió en algo crucial para todos los involucrados. Sin embargo, la gestión de la energía como disciplina inicia su evolución después de la primera crisis del petróleo en

¹ Matthew Boulton (Birmingham, Reino Unido 1728-1809)

² James Watt (Greenock, Escocia 1736-1819)

1973 que hizo aumentar el precio del petróleo provocando un fuerte efecto inflacionista en los países afectados. Estos países respondieron con una serie de medidas permanentes para frenar su dependencia exterior. El concepto de eficiencia energética (EE) evoluciona hasta llegar al que hoy se maneja como algo habitual, en los países más industrializados del mundo, especialmente en EEUU y las naciones europeas. (ECOticias.com, 2017)

La Eficiencia Energética consiste en la reducción de consumo de energía, manteniendo los mismos servicios energéticos, sin disminuir el confort ni la calidad de vida, asegurando el abastecimiento, protegiendo el medio ambiente y fomentando la sostenibilidad. Aunque normalmente nos referimos siempre a la energía eléctrica, por ser la más utilizada en la industria, la Eficiencia Energética puede aplicarse a todas las fuentes de energía utilizadas, como bunker, gas propano, diésel, fuentes renovables, etc. (CNE C. E., 2015)

La Eficiencia Energética no consiste únicamente en poseer las últimas tecnologías, sino de saber emplear y administrar los recursos energéticos disponibles de modo hábil y eficaz, lo que requiere desarrollar procesos de gestión de la energía. (CNE C. E., 2015)

1.1.2 Beneficios de la Eficiencia Energética

La eficiencia energética (EE) es definida como la cantidad de energía consumida por unidad producida (RUSSELL, 2003), Sorrell & Dimitropoulos (2008) la definen como la relación entre las salidas (producción) y la energía de entrada; ICRA (2004) dice que la EE significa utilizar menos energía para alcanzar una misma producción además de identificar los desperdicios de

energía y tomar las acciones necesarias para eliminarlos, sin perjudicar la calidad.

Estas definiciones, puede decir que la EE es la relación entre producción y consumo energético y que el aumento de la EE se puede alcanzar manteniendo un mismo nivel de productividad, pero con un menor consumo energético o un mayor nivel de productividad con igual consumo energético sin afectar la calidad del producto final. (Salazar Aragón, De Oliveira Pamplona, & Vidal Medina, 2012).

De acuerdo con Taylor et al. (2008) la EE trae mejoras para la industria, pues mejora su rentabilidad, productividad y competitividad a través de la disminución de los costos, además de que reduce los impactos que causan cambios climáticos. Para Bennett & Wells (2002) la EE mejora la competitividad de las organizaciones toda vez que con su implementación se pueden planificar y controlar los potenciales efectos de la disponibilidad de la energía y su costo. Según Rusell (2003) la importancia de la eficiencia energética no está basada solamente en la disminución de los costos de producción, sino también en el uso racional de la energía, pues la falta de ella, puede detener la producción y afectar la rentabilidad de la empresa.

Cicone *et al.* (2007) presenta la EE como una medida fundamental para mantener un crecimiento sustentable en las empresas a través de instalaciones más eficientes. De este modo, las actividades de monitoreo, medición y verificación del flujo de energía (RUSSELL, 2003) ganan importancia, lo que significa que se debe mantener un proceso de mejora continua de la EE.

Sin embargo, las medidas necesarias para lograr la eficiencia energética requieren inversión, pueden ser grandes inversiones de capital para la adquisición de nueva tecnología o poca inversión como las mejoras en el proceso productivo, mantenimiento de los equipos e inclusive capacitación del personal para concientizarlo de la necesidad de hacer un uso racional de la energía, pues de acuerdo con Russell (2003), una gran cantidad de los ahorros de energía se puede obtener de las prácticas aplicadas en el día a día, lo que significa que la organización no necesita de grandes inversiones y por tanto de fuentes de financiamiento.

De una manera puntual, la eficiencia energética genera, entre otras, las siguientes ventajas o beneficios:

- Reduce los costos de la factura energética de una organización.
- En una producción reduce los costos por unidad producida, por tanto, mejora la competitividad.
- Mayor capacidad de generación disponible, lo cual permite la utilización del sistema eléctrico disponible para otros usos.
- Evitando las pérdidas energéticas se reduce la contaminación.

1.1.3 Obstáculos para el ahorro de la energía

Si bien algunas organizaciones desarrollan iniciativas de eficiencia energética aisladas, en muchos casos no se mantiene a lo largo del tiempo (figura 1.1-1). Generalmente las organizaciones viven una etapa inicial en que se desarrollan iniciativas de EE aisladas, en las que se involucra solo una parte de la organización existiendo alto escepticismo. Uno de los principales obstáculos

que se presentan para que se desarrolle la EE es la falta de compromiso de implementación por parte de las organizaciones. (Peirano, 2012)

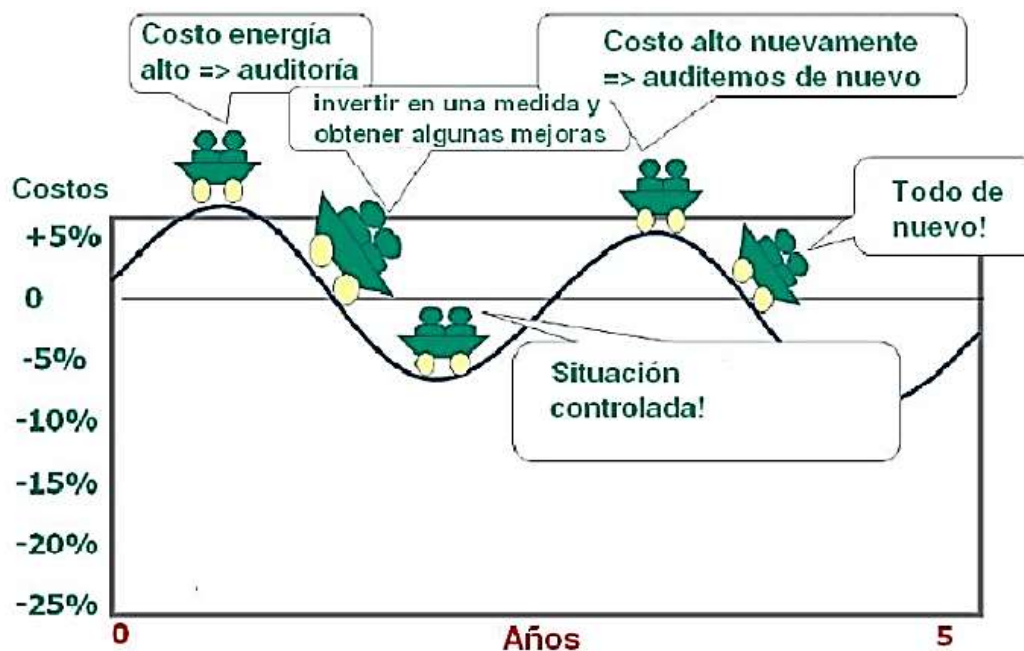


Figura 1.1-1 Desarrollo de iniciativas sin continuidad, Fuente: ISO 50001, Energy Management Systems-Aimee McKane, 2010

La forma en que debería desarrollarse la implementación de un sistema de gestión de energía es la mostrada en la figura 1.1-2, en la que los costos disminuyen continuamente en el tiempo.

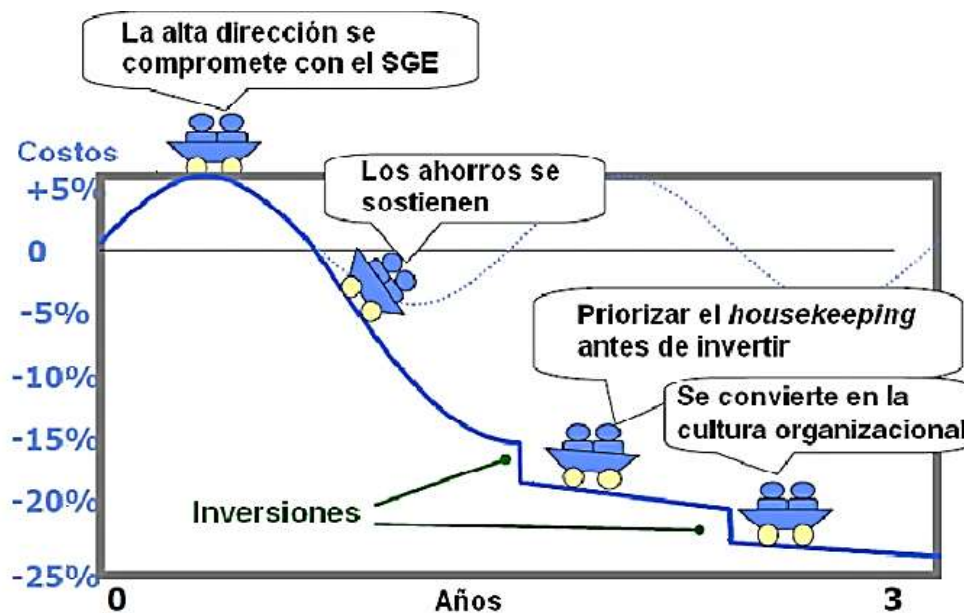


Figura 1.1-2 Desarrollo de una implementación con compromiso, Fuente: ISO 50001, Energy Management Systems-Aimee McKane, 2010

La EE incluye un compromiso en la adquisición de equipos que consumen energía de manera eficiente, y pese a los grandes beneficios que esta trae, hay ciertos obstáculos que impiden adquirir estos equipos, los cuales son:

- Falta de información objetiva de eficiencia de equipos.
- Consumidores prefieren productos de menor costo.
- Decisiones basadas en la disponibilidad del mercado.
- Costos de energía no toman en cuenta los costos totales para la sociedad (salud, contaminación, cambio climático).
- Competencia por capital. (AES El Salvador, 2012)

Falta de información objetiva de eficiencia de equipos.

Un obstáculo posible es el hecho de que no siempre se cuenta con información precisa sobre la eficiencia energética de todos los equipos. En muchos casos, los aparatos eléctricos y otros dispositivos no cuentan con una etiqueta de consumo de energía (figura 1.1-3). En esos casos, es difícil

discriminar entre un equipo eficiente y uno menos eficiente. Sin embargo, existen certificaciones de eficiencia energética que se vuelven cada vez más comunes. En esos casos, es posible tomar decisiones mejor informadas.

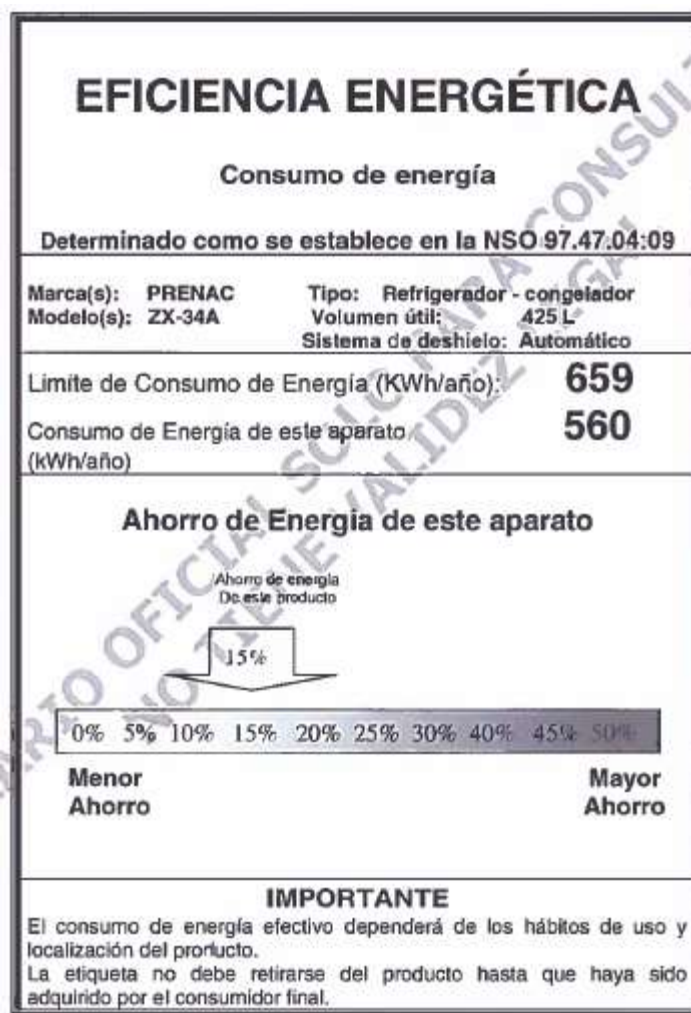


Figura 1.1-3 Etiqueta de consumo de energía. Fuente: Diario oficial

Consumidores prefieren equipos de menor costo.

Este es un obstáculo muy importante. En el momento de seleccionar un producto (por ejemplo, un refrigerador, una plancha, un aire acondicionado, una lámpara, etc.), existen muchos criterios en juego, entre ellos el costo inicial. Muchas veces, debido a que existe la tendencia a escoger los productos más

baratos que cumplan con la funcionalidad o propósito deseado. Sin embargo, tomar decisiones únicamente basados en el costo inicial, deja de lado los futuros costos operativos asociados al producto, entre ellos el costo de energía. Es posible que un equipo tenga un costo inicial muy bajo, pero consuma mucha más energía que otra opción, lo cual a la larga ocasiona mayores costos.

Decisiones basadas en la disponibilidad del mercado.

En muchas ocasiones, la decisión de qué productos o maquinaria se compra depende de cuáles son las opciones disponibles en existencia en el mercado local. Muchas veces, debido a que todavía no existe un mercado para opciones con alta eficiencia energética, los proveedores de tecnología no tienen disponible en el país cierta tecnología. Este enfoque limita las opciones de tecnologías disponibles. Sin embargo, en la medida que los consumidores tomen conciencia de las ventajas financieras de tener equipos e instalaciones que operen a mayor eficiencia energética, será posible crear nuevos mercados para dichos productos.

Costos de energía no toman en cuenta los costos totales para la sociedad (salud, contaminación, cambio climático)

Es importante tomar en cuenta que existen costos indirectos asociados a un consumo de energía excesivo. Por ejemplo, un alto consumo de energía viene asociado a mayores emisiones de gases de efecto invernadero para producirlas, lo cual tiene efectos nocivos en el medio ambiente, la agricultura, incremento de huracanes, entre otros. Por tanto, si se tomara en cuenta el costo total que implica para la sociedad el disponer de esa energía mediante fuentes no renovables, posiblemente muchas medidas de eficiencia energética serían más competitivas. Actualmente, dichos costos no se toman en cuenta.

Competencia por capital.

Las organizaciones tanto públicas como privadas cuentan con presupuestos limitados, con los cuales deben sufragar una gran cantidad de gastos. La EE, en ocasiones requiere de inversiones de capital para reemplazo de equipo obsoleto, optimización, instalación de sistemas de control inteligentes, etc. Existe competencia por capital porque las organizaciones deben decidir cómo destinar sus limitados recursos, siendo las inversiones en eficiencia energética, al menos en algunos casos, percibidas como no tan atractivas o urgentes como otras. Falta visualizar que invertir en eficiencia energética puede resultar un buen negocio para las organizaciones, pues son inversiones que se amortizan en el corto o mediano plazo y tienen múltiples beneficios adicionales, tal como se discutirá más adelante. (AES El Salvador, 2012)

La falta de compromiso en la implementación de sistemas de gestión de energía por parte de las organizaciones, y un mercado de productos y equipos de consumo eficiente con poca disponibilidad sin duda influyen en gran medida para que no se desarrolle la EE. Sin embargo, en El Salvador, el principal obstáculo es que no existe en la superestructura una ley que garantice la aplicación de la EE en las actividades productivas de los diferentes sectores.

Es importante mencionar que, como un importante avance en materia de Eficiencia Energética, se presentó en el 2012, el **Anteproyecto de Ley de Eficiencia Energética** en Casa Presidencial por el Consejo Nacional de Energía, posteriormente de ser revisado el documento, se entregó a la Asamblea Legislativa en marzo del 2014, para ser aprobado por el seno legislativo, lo cual no ha sucedido.

El anteproyecto de Ley de EE se elaboró con el apoyo del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y la Agencia Alemana para la Cooperación Internacional (GIZ), quienes auspiciaron el estudio del diagnóstico, además el documento fue debidamente presentado y consultado con las 22 entidades que conforman el Programa El Salvador Ahorra Energía, así como también se ha analizado dentro del Comité Consultivo Permanente del CNE.

El anteproyecto tiene como objeto promover la Eficiencia Energética constituida como el uso eficiente de la energía (electricidad, combustibles, leña, etc.) desde su generación hasta su consumo. Se esperaría que la ley sea una herramienta para garantizar la continuidad y sostenibilidad en el uso eficiente de la energía.

Además de lo anterior, el 6 de mayo de 2015 se lanzan los Reglamentos Técnicos Salvadoreños de Eficiencia Energética (RTEE). Esta iniciativa es coordinada por El Consejo Nacional de Energía (CNE) y el Organismo Salvadoreño de Reglamentación Técnica (OSARTEC) con el apoyo de la Iniciativa Regional de USAID de Energía Limpia.

Las tecnologías que serán regidas por dichos reglamentos técnicos son: Motores trifásicos, refrigeración comercial auto contenidos, refrigeradores y congeladores electrodomésticos, aires acondicionados tipo central, paquete o dividido, tipo cuarto y tipo dividido.

Los reglamentos técnicos de Eficiencia Energética son regulaciones que establecen los gobiernos de obligatorio cumplimiento y que determinan un consumo máximo de energía que debe tener un equipo para poder ser comercializado dentro del territorio. De esta forma se garantiza que los consumidores comprarán un equipo que les represente un ahorro energético. Se

estima técnicamente que en un plazo de diez años la implementación de estos reglamentos representada un ahorro de más de \$307 millones de dólares en todos los sectores: residencial, comercial, industrial y gubernamental. (CNE C. N., Impulsando la Eficiencia Energética en El Salvador, 2015)

1.2 Energía: Necesidad y Problemática

La energía puede considerarse un bien vital para el ser humano. Esta dependencia ha venido imponiéndose a lo largo de la historia, hasta convertirse en los últimos siglos en un recurso indispensable para la actividad económica y social en todo el mundo, siendo además necesaria en abundancia en los países más desarrollados. Esto incurre en una nueva preocupación para la humanidad: asegurar su disponibilidad ahora y para las nuevas generaciones. Sin embargo, esta realidad que ahora resulta natural hasta el punto de no cuestionarse, supone una gran problemática cuya solución no se muestra tan obvia. La situación energética actual es una realidad en la que las provisiones de fuentes de energía ya no pueden considerarse baratas y seguras, debido tanto al gran incremento de la demanda con el desarrollo industrial y aumento en la población, como al agotamiento de los mismos recursos, y por lo tanto aumento de la dependencia de las importaciones y de los precios asociados.

A este problema se le suma la preocupación por las consecuencias del impacto medioambiental del uso y transformación de la energía, del que la conciencia generalizada empieza a temer una destrucción del mismo planeta que nos provee de las fuentes necesarias para la vida humana. Es por ello que, para garantizar un suministro de energía sostenible, seguro y competitivo, hay que decantarse por unas nuevas políticas de actuación.

1.2.1 Sector Eléctrico en El Salvador

El Salvador es un país localizado en América Central, con una proyección de población de 6.4 millones de habitantes con base en el Censo de 2007. Debido a su extensión territorial tiene la densidad poblacional más alta de América Continental. Cuenta con una economía de libre mercado orientada a la exportación, con un ingreso bruto de US\$ 25,652.00 millones y un ingreso promedio por habitantes de US\$ 4,008 dólares anuales para el año 2015. (FMI, 2015)

Desde la década de los 40's el desarrollo del sector energético estuvo en manos del Estado; fueron construidas las primeras centrales hidroeléctricas; el subsector geotérmico es desarrollado por profesionales salvadoreños y la operación de las generadoras térmicas estaba en manos del Estado. En la década de los 90's, el Sector Energético Nacional experimentó reformas que buscaban redefinir el rol que el Estado desempeñaba en el mismo.

En el 2007, la Asamblea Legislativa aprobó la Ley de Creación del Consejo Nacional de Energía (CNE), como la autoridad superior, rectora y normativa en materia de Política Energética y ente coordinador de los distintos sectores energéticos. En agosto de 2009, el CNE inicia operaciones con el objetivo de desarrollar la Política Energética Nacional, con una visión integradora del tema energético en el país; elaborar un sistema de información energética para la toma de decisiones y el impulso de leyes y reglamentos del sector. (CNE, 2016)

En El Salvador, la principal fuente de generación disponible para atender la demanda de energía, en la última década, ha sido el combustible fósil asociado a la generación térmica. Con el tiempo se ha aumentado la producción con recursos hidroeléctricos, geotérmicos y biomasa. (CNE, 2016)

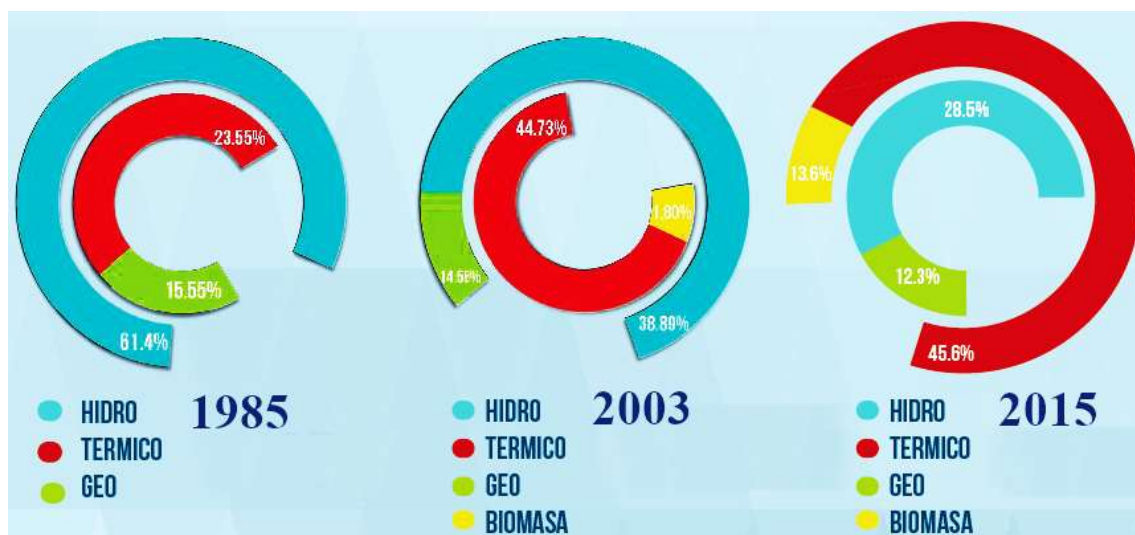


Figura 1.2-1 Evolución de la capacidad instalada MW. Fuente: CNE, Sector Eléctrico de El Salvador, 2014.

Evolución de Demanda de Potencia

Entre enero y diciembre de 2015, la demanda máxima se ha dado en el mes de abril y alcanzó los 1089 MW, lo que representa un crecimiento de 52% con respecto a la máxima demanda en 2014. (CNE, 2016)

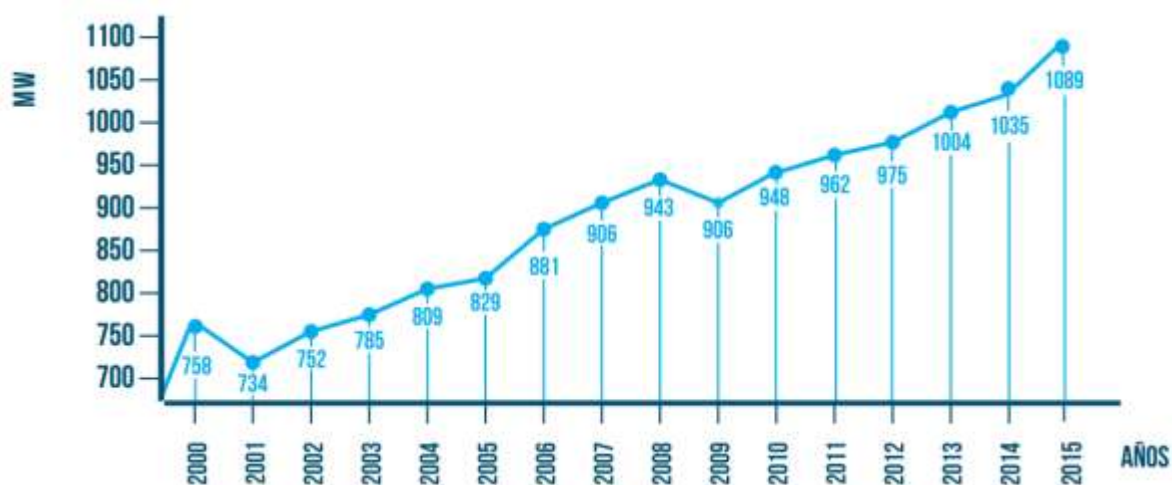


Figura 1.2-2 Demanda máxima de potencia. Fuente: CNE, Sector Eléctrico de El Salvador, 2014.

La matriz energética de El Salvador no es tan diversa, y la limitación del consumo de combustibles fósiles para frenar el impacto ambiental derivado de su uso y reducir la dependencia de los principales países exportadores no se han

establecido de manera que provoquen un impacto significativo, además, el incremento de la demanda energética asociada a un modo de vida de los salvadoreños y forma en que operan las empresas; dicho incremento se puede observar en la curva que muestra la figura 1.2-3.

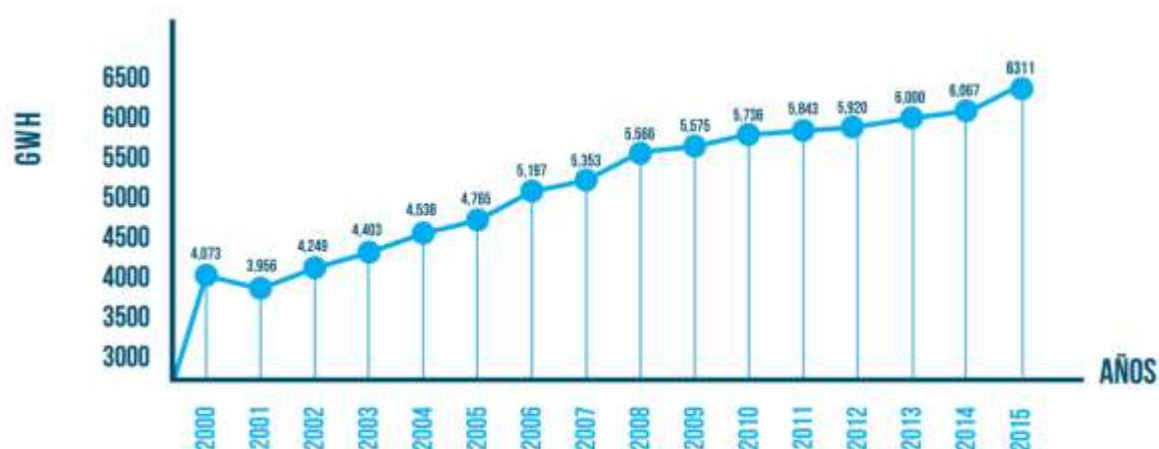


Figura 1.2-3 Incremento de la demanda anual de energía en El Salvador. Fuente: CNE, Sector Eléctrico de El Salvador, 2014.

Actualmente El Salvador consume energía eléctrica según la curva mostrada en la figura 1.2-4.

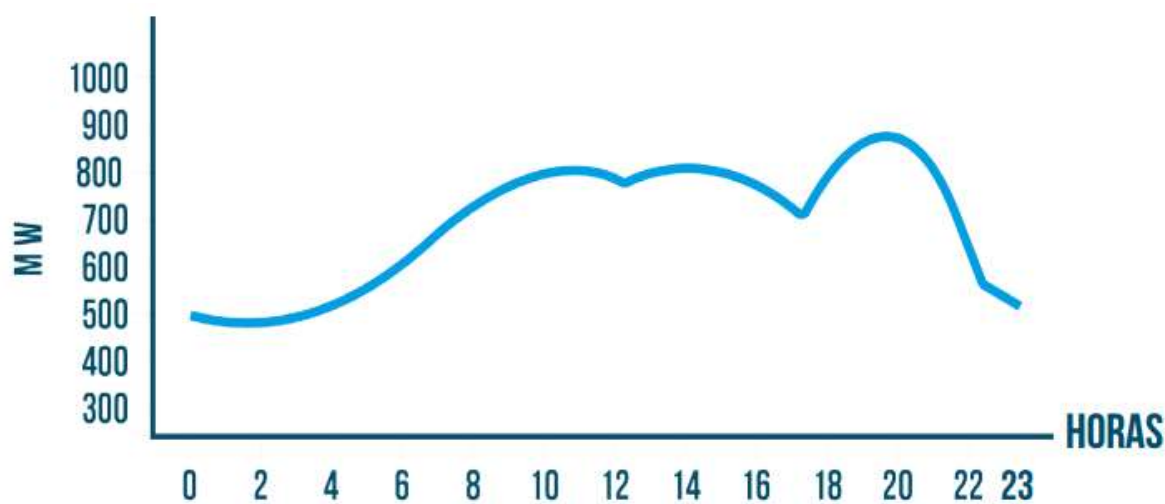


Figura 1.2-4 Curva típica horaria de la demanda nacional. Fuente: CNE, Sector Eléctrico de El Salvador, 2014.

Mercado Energético

Con el objeto de fomentar la competencia en la industria energética en El Salvador y modificar la conceptualización de la actividad de comercialización de la energía eléctrica; la Ley General de Electricidad propició en 1998 la creación de la Unidad de Transacciones (UT) como una sociedad para operar y administrar el mercado mayorista de electricidad.

El Mercado Mayorista de Electricidad (MME) de El Salvador tiene como objetivo posibilitar un ambiente eficiente y competitivo para el desarrollo de las transacciones de energía a través del sistema de transmisión nacional. En él realizan transacciones todos los Participantes del Mercado (PM) que se encuentran inscritos en la UT como tal, y que tienen una conexión directa en el sistema de transmisión. También la UT tiene la responsabilidad de coordinar con el Ente Operador Regional (EOR), las transacciones de energía que realiza El Salvador con otros países a nivel centroamericano

A fin de lograr el funcionamiento óptimo del mercado, los generadores y los importadores juegan el rol de oferentes, en tanto que la demanda la conforman todos aquellos que compran la energía ya sea para, venderla directamente, comercializar o para uso propio. De acá se derivan los dos grandes mercados que operan en la bolsa, el primario compuesto por la energía eléctrica propiamente transada y el secundario formado por los servicios auxiliares que brindan el soporte para lograr la calidad del servicio. Dentro de este mercado se transa: reserva rodante primaria, control automático de generación, potencia reactiva, arranque en cero voltaje y reserva fría.

También existe una institución autónoma de servicio público sin fines de lucro denominada Superintendencia General de Electricidad y Telecomunicaciones SIGET, está a cargo de la regulación del sector electricidad y entre sus atribuciones está aprobar las tarifas a las que se refieren las leyes de electricidad.

En este contexto los Términos y Condiciones Generales al Consumidor Final del Pliego Tarifario establece categorías tarifarias para pequeña, mediana y gran demanda.

Pequeñas Demandas

Son usuarios finales cuya demanda máxima sea de 10 kW o menos. Los servicios suministrados a casas o apartamentos destinados exclusivamente para uso residencial se clasifican en la Tarifa No. 1-R aun cuando tengan una demanda superior a 10 kW. Esta tarifa se clasifica en las siguientes categorías:

Tarifa No. 1-R: Pequeñas Demandas para Uso Residencial.

Tarifa No. 1-AP: Pequeñas Demandas Alumbrado Público

Tarifa No. 1-G: Pequeñas Demandas Uso General.

Mediana y Gran Demanda

La tarifa de mediana demanda se aplicará a los usuarios finales cuya demanda máxima sea de más de 10 kW y hasta 50 kW, independientemente del uso que se dé a la energía. Por otra parte, la gran demanda tiene una tarifa que se aplicará a los usuarios finales cuya demanda máxima sea de más de 50 kW, independientemente del uso de la energía.

Estas categorías poseen restricciones que comparten en torno al factor de potencia (FP) inductivo. La medición de factor de potencia se deberá realizar con conocimiento del usuario final, quien deberá ser informado de los resultados en la factura.

Los contratos de suministro deberán incluir recargos cuando el factor de potencia sea inferior a 0.90. Cuando el contrato de suministro no contemple lo anterior, o el suministro se realice de conformidad con el presente pliego tarifario, el distribuidor podrá aplicar los recargos siguientes:

1. Si $0.75 \leq FP < 0.90$, el cargo por energía será aumentado en 1% por cada centésima que el FP sea inferior a 0.90
2. Si $0.60 \leq FP < 0.75$, el cargo por energía será aumentado en 15% más el 2% por cada centésima que el FP sea inferior a 0.75
3. Si el $FP < 0.60$, el Distribuidor podrá suspender el suministro hasta tanto el usuario final adecúe sus instalaciones a fin de superar dicho valor límite.

Para los efectos de los suministros con medición horaria, se definen los horarios tarifarios de la siguiente manera:

- a. Punta: de las 18:00 a 22:59 horas
- b. Resto: de las 05:00 a 17:59 horas
- c. Valle: de las 23:00 a 04:59 horas

1.2.2 Impacto Ambiental del Ahorro de Energía

Además de beneficios económicos, la práctica de la EE conlleva al cuidado del medio ambiente, ya que contribuye a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, como el dióxido de carbono (CO₂) que provocan el calentamiento global del planeta, tema que en los últimos años ha estado en el

ojo y la discusión de los países industrializados ante los altos índices de calentamiento que experimenta nuestro globo terrestre. En tal sentido, la eficiencia energética se ha convertido en una respuesta y una tendencia a nivel mundial para contrarrestar el fenómeno del calentamiento global. (CNE, 2015)

Vale la pena recordar que El Salvador es signatario del Protocolo de Kioto el cual fue ratificado por el país el 17 de septiembre de 1998. En este sentido si bien es cierto que El Salvador es un emisor insignificante de gases de efecto invernadero, esto no lo exime de comprometerse a realizar esfuerzos significativos para mitigar y adaptarse a las consecuencias del cambio climático.⁴ La cuantificación del CO₂ producido por el Sector Energía es de 4,224.18 Gg, y se hizo utilizando el método "Enfoque de Referencia" (Top-Down); el cual consiste en estimar las emisiones a partir de la cantidad de carbón contenida en los combustibles fósiles importados y consumidos en el país durante el año de referencia. No se considera la contribución de los recursos energéticos leña y desechos agrícolas, por haberlos incluido, de acuerdo a la metodología del IPCC, en el sector Cambio del Uso de la Tierra y Silvicultura. (CNE, 2010-2024)

En el Subsector Industria Energética se cuantifican las emisiones producidas durante la transformación del petróleo crudo en sus derivados y en la generación termoeléctrica. El estimado de emisiones fue de 1,303.98 Gg. (Sánchez, 1998)

Tabla 1.2-1 Emisiones del CO₂ del sector energético por subsector. Fuente: MARN, Inventario Nacional de GEI de El Salvador, 1994

Emisiones de CO ₂ del sector energético por subsector enfoque por categoría de fuente (Gg)		
Industria Energética	1,303.98	32%
Industria Manufacturera	656.40	16%
Transporte	1,815.56	46%
Comercial y Residencial	248.59	6%
Total	4,024.53	100%

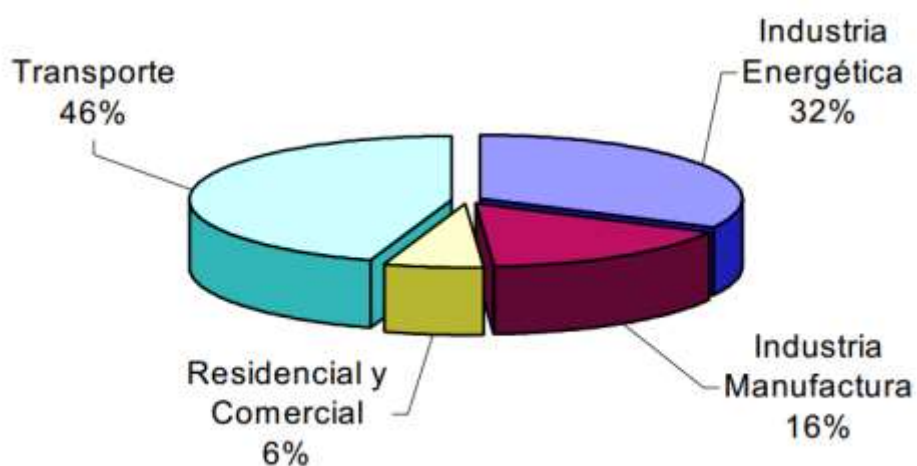


Figura 1.2-5. Porcentaje de emisiones de CO₂ en el sector energético por subsector. Fuente: MARN, Inventario Nacional de GEI de El Salvador, 1994

1.2.3 Política Energética en El Salvador

En la Ley de la Creación del CNE, se establece como primer objetivo de dicha institución que corresponde a ésta la elaboración de la planificación de corto, mediano y largo plazo en materia energética; así como, la correspondiente política energética del país.

Las líneas estratégicas de la política energética nacional dan solución a los desafíos del país, se mencionarán cuatro grandes grupos con una fuerte interrelación entre sí y son los siguientes:

Diversificación de la matriz energética y el fomento a las fuentes de energía renovables.

Para cumplir con este desafío del país, se especifican los siguientes objetivos:

- i. Impulsar la diversificación de la matriz energética nacional, promoviendo e incentivando el uso de fuentes de energía renovables y la incorporación de nuevos combustibles en los subsectores de electricidad e hidrocarburos, reduciendo progresivamente la dependencia del petróleo y sus derivados.
- ii. Fortalecer el funcionamiento del CNE y desarrollar el papel estratégico que debe cumplir en función del desarrollo energético del país. Por lo que, para el cumplimiento de este objetivo el CNE mantiene una jerarquía importante dentro del sector energético de El Salvador, así como se muestra a continuación:

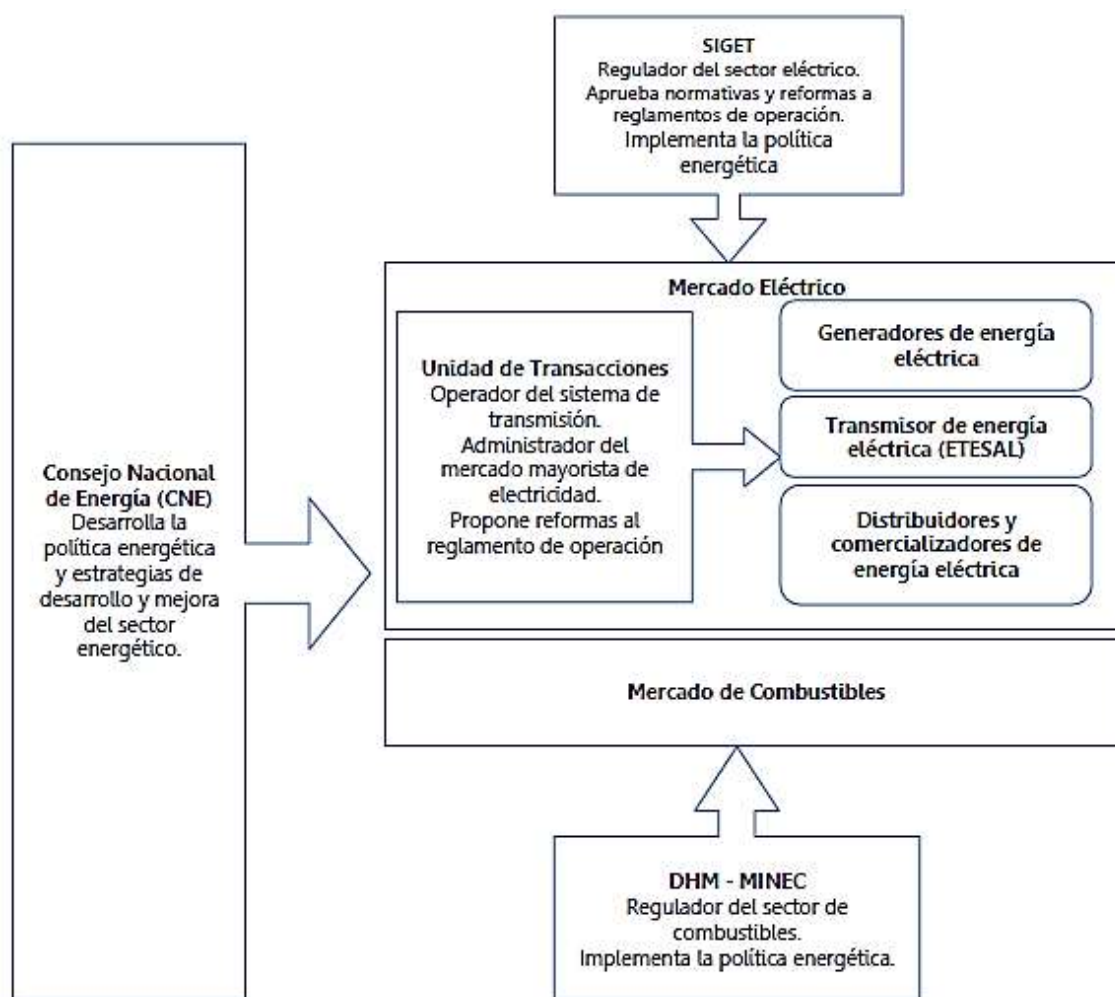


Figura 1.2-6 Estructura del sector eléctrico de El Salvador. Fuente: CEPAL, Informe nacional de monitoreo de la eficiencia energética de El Salvador, 2016

Promoción de una cultura de eficiencia y ahorro energético.

Para esto se debe promover el objetivo de ahorro y uso adecuado de los recursos energéticos, incentivando el uso de tecnologías más eficientes, a través de normativas, incentivos y promoción educativa mediante la cultura de ahorro energético, buscando disminuir la emisión de gases de efecto invernadero.

Innovación y desarrollo tecnológico (I+D).

Con el fin de impulsar la (I+D) de tecnologías energéticas limpias, mediante la participación de entidades como universidades, centros de investigación, empresas privadas, organismos internacionales y entre otros, se busca el fomento del intercambio de conocimientos y transferencia de tecnologías, con el fin de proporcionar soluciones a la problemática del sector energético y contribuir al desarrollo sostenible del país.

Integración energética regional.

Mediante este último desafío del país que plantea el CNE, se busca impulsar y apoyar la integración de los mercados energéticos a fin de disponer de fuentes energéticas diversificadas y a menor costo. (CEPAL, 2016)

1.2.4 Política de Eficiencia Energética

Para hablar de esta temática, se debe definir el concepto de eficiencia energética, la cual se determina como conjunto de acciones que permiten el mayor aprovechamiento en el uso de la energía en todas sus formas, a fin de obtener productos y servicios destinados a lograr beneficios sociales, económicos y ambientales.

De lo anterior, cabe destacar que la eficiencia energética tiene un papel importante para la economía y el bienestar social de todos los sectores de El Salvador. La reducción de costos es uno de los beneficios más directos, además, al implementar medidas de eficiencia energética vuelve más competitivos y

rentables la industria y el comercio, lo cual contribuye a la reducción de gastos del sector público.

La implementación de acciones de eficiencia energética, no solo involucra beneficios económicos y sociales, sino que también, enfoca un punto de vista ambiental, ya que al ahorrar energía se contribuye a la reducción de las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) y atenúa los efectos del cambio climático. Además, estas acciones reducen la dependencia de los combustibles fósiles, lo que permite una mejor planificación y diversificación de la matriz energética.

Para El Salvador, la eficiencia en el uso de la energía es un componente fundamental de la Política Energética, dado la limitada oferta de recursos energéticos primarios con la que el país cuenta y la fuerte dependencia de los derivados del petróleo para la generación de energía eléctrica y el transporte.

Se pretende que el Gobierno de El Salvador en alianza con entidades públicas, privadas, ONG's y de cooperación internacional vinculadas al tema energético, fomentará una cultura de la eficiencia energética y ahorro de energía.

Entre las prioridades de este lineamiento estratégico que involucran el desarrollo de este documento y lo que da énfasis en optar por estas medidas de ahorro de energía es el apoyo a la creación de leyes y normas con sus respectivos reglamentos, programas de etiquetado, verificación y el control del cumplimiento de la obligatoriedad de las normas.

La adopción de mejores prácticas, actitudes, hábitos y tecnologías más eficientes involucra cambios estructurales basados en la modificación de las conductas individuales mediante programas que contemplen una estrategia cultural, educacional y de difusión, desde su nivel de actuación, de conseguir un modelo energético que satisfaga las necesidades humanas y que aporte calidad de vida, y que reduzca los impactos sociales, la intensidad de uso de los recursos e impactos ambientales, hasta un nivel sostenible, lo anterior se lograra mediante una cultura de uso eficiente y racional de la energía. (CEPAL, 2016)

Dirección de Eficiencia Energética

Toma como base la Política Energética Nacional y su tercer lineamiento estratégico es promover el ahorro y uso adecuado de los recursos energéticos, incentivando el uso de tecnologías más eficientes en el sector público, el comercio, la industria, los servicios y el hogar, así como en el sector transporte, a través de normativas, incentivos y promoción educativa del ahorro energético, buscando disminuir la emisión de gases de efecto invernadero, lo cual contribuirá al Desarrollo de La Eficiencia Energética en El Salvador. (CEPAL, 2016)

Metas trazadas por la Dirección de Eficiencia Energética.

Para promover una cultura de ahorro y eficiencia energética, se debe contar cómo mínimo con los siguientes elementos en una estrategia nacional:

- i. Ejecutar acciones prioritarias para la promoción de la eficiencia energética.
- ii. Proponer un Marco Institucional apropiado para el desarrollo de la Eficiencia Energética.

- iii. Proponer un Marco Legal que garantice la sostenibilidad de las acciones y medidas realizadas en Eficiencia Energética.
- iv. Crear una fuente Información Energética que identifique acciones, programas y proyectos, así como los impactos a nivel nacional. (CEPAL, 2016)

Acciones realizadas por la Dirección de Eficiencia Energética.

- i. Programa El Salvador ahorra energía (PESAE).

Esto surge en el marco del Programa para América Latina y el Caribe de Eficiencia Energética (PALCEE), ejecutado por la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE) con la Cooperación Austriaca para el Desarrollo y se suman a dicho esfuerzo, organismo como la Agencia Alemana para la Cooperación Internacional (GIZ) y el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD).

El PESAE cuenta con el compromiso de instituciones públicas, empresa privada, fundaciones, universidades y representantes de la sociedad civil, las cuales firmaron un Memorándum de Entendimiento para unir esfuerzos e impulsar el tema del ahorro y el uso eficiente de la energía, tomando como base la Política Energética Nacional.

Para la ejecución inmediata de acciones en eficiencia energética, que ayudarían a establecer los componentes y líneas estratégicas que se deberán de desarrollar a corto plazo se definen los siguientes objetivos específico:

- Promover el uso racional y eficiente de la Energía.
- Hacer de la eficiencia energética un valor cultural en El Salvador.
- Mejorar el capital humano y las capacidades del sector productivo en Eficiencia Energética.
- Consolidar la eficiencia energética como una fuente de energía en la matriz energética nacional. (CEPAL, 2016)

ii. Propuesta de Ley de Eficiencia Energética.

El CNE, con el apoyo del BID y de GIZ, desarrolló una propuesta de anteproyecto de Ley de Eficiencia Energética, que tiene como finalidad los siguientes puntos:

- Establecer objetivos nacionales en materia de ahorro y eficiencia energética, en el marco de la política energética.
- Regular el obligatorio cumplimiento de los planes de ahorro y eficiencia energética para los sectores público y privado.
- Garantizar la rectoría del estado en el impulso y aplicación de políticas de fomento del ahorro y la eficiencia energética.

Dicha propuesta fue presentada a la Asamblea Legislativa el 31 de marzo de 2014 y contempla la creación de dos mecanismos necesarios:

- La obligatoriedad para la formulación, ejecución y seguimiento de acciones de Eficiencia Energética en el Sector Público.
- La creación del Plan Nacional de Eficiencia Energética que establecerá toda la información necesaria para establecer

metas e indicadores de seguimiento para aquellos sectores de prioridad nacional.

Dicha propuesta representa una propuesta efectiva para la sostenibilidad de todas las acciones realizadas en materia de eficiencia energética a nivel nacional y apoyará al desarrollo económico de El Salvador. (CEPAL, 2016)

iii. Reglamento Técnico Salvadoreño en Eficiencia Energética.

Las propuestas de Reglamentos Técnicos Salvadoreños en Eficiencia Energética (RTSEE) elaboradas por el CNE, surgen con el objetivo de sustituir del mercado nacional equipos ineficientes y que permitan en el mediano y largo plazo contar con equipos más eficientes.

Con base a los análisis técnicos se determinó que los equipos de refrigeración, aire acondicionado y aplicaciones de motores son los usos de mayor consumo energético en los sectores industrial, comercio y residencial, por lo que para lo que corresponde a sistemas de aire acondicionado, se tiene el siguiente reglamento:

“RTS de EE para aires acondicionados (tipo central, paquete o dividido; tipo cuarto y tipo dividido, descarga libre y sin conductos de aire). Se debe especificar los límites, métodos de prueba y etiquetado”. (CEPAL, 2016)

iv. Premio Nacional a la Eficiencia Energética.

Con el objetivo de reconocer a las empresas, instituciones u organismos que impulsan iniciativas en Eficiencia Energética (EE), el Consejo Nacional de energía junto con el Programa El Salvador

Ahorra Energía lanzaron el Premio Nacional a la Eficiencia Energética.

En cada premiación existen diferentes categorías para los participantes, incorporando al sector financiero y a la gran empresa. Para su implementación y desarrollo participan instituciones que conforman el PESAE tales como: Centro Nacional de Producción Más Limpia (CNPML), Consejo Nacional de Energía (CNE), Banco de Desarrollo de EL Salvador (BANDESAL), Iniciativa MIPYMES Verdes del BCIE, entre otras; dichas instituciones son los patrocinadores oficiales para cada premiación que se realiza. (CEPAL, 2016).

- v. Asistencia técnica para el financiamiento de proyectos de EE en el sector público.

Este financiamiento es brindado por parte de la agencia de cooperación internacional del Japón (JICA) y junto con el CNE en el año 2014 se firmó un acuerdo para la ejecución de una asistencia Técnica orientada a la creación de un mecanismo financiero que apoye la ejecución de medidas de eficiencia energética en el sector público.

Con la asistencia técnica se busca eliminar las barreras institucionales y políticas sobre el financiamiento de proyectos de eficiencia energética en el sector público, y proponer y analizar los diferentes modelos de financiamiento para solucionarlos, así como proponer las medidas para superar los desafíos identificados. Además, la asistencia técnica incluye el asesoramiento y ejecución

de un proyecto piloto en las áreas de iluminación y aire acondicionado valorados en US \$50,000 para poner en marcha el modelo financiero identificado e involucrar a todas las instituciones del sector público involucradas.

Dicha asistencia técnica además de la coordinación del CNE, cuenta con el apoyo del Banco de Desarrollo de El Salvador (BANDESAL) y el Ministerio de Hacienda por medio de la Dirección de Presupuesto, quienes han colaborado con esta iniciativa.

Al final de la asistencia técnica se espera contar con una propuesta de fideicomiso para proyectos de eficiencia energética en el sector público y todos los detalles para su implementación, lo cual permitirá ejecutar todas las acciones en eficiencia energética generada por los comités de eficiencia energética institucionales.

En el marco de todas estas acciones y de otros esfuerzos regionales apoyados por la Agencia de Cooperación Alemana, El proyecto Mesoamérica, el consejo Nacional de Energía trabaja en promover y desarrollar la eficiencia energética en El Salvador. (CEPAL, 2016)

1.2.5 Objetivos de Desarrollo Sostenible

¿Qué son los objetivos de desarrollo sostenible (ODS)?

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), también conocidos como Objetivos Mundiales, son un llamado universal a la adopción de medidas para poner fin a la pobreza, proteger el planeta y garantizar que todas las personas gocen de paz y prosperidad.

Estos 17 Objetivos se basan en los logros de los Objetivos de Desarrollo del Milenio, aunque incluyen nuevas esferas como el cambio climático, la desigualdad económica, la innovación, el consumo sostenible y la paz y la justicia, entre otras prioridades. Los Objetivos están interrelacionados, con frecuencia la clave del éxito de uno involucrará las cuestiones más frecuentemente vinculadas con otro. (PNUD, PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO, 2018)

Los objetivos (que, a su vez, se articulan en 169 metas específicas), presenta un cambio respecto a los 8 Objetivos del Milenio (ODM) adoptados en el año 2000 únicamente se organizaban en 21 metas. De esta manera se cubre una gama más amplia y detallada de cuestiones a alcanzar antes del año 2030. (Sanchez, 2018)

Tabla 1.2-2 Presenta los 17 objetivos de desarrollo sostenible, Fuente: <http://www.undp.org>, SF.

17 ODS	
1.Fin de la pobreza.	10.Reduccion de las desigualdades.
2.Hambre cero.	11.Ciudades y comunidades sostenibles.
3.Salud y bienestar.	12.Produccion y consumo responsable
4.Educacion de calidad.	13.Accion por el clima.
5.igualdad de género.	14.Vida submarina.
6.agua limpia y saneamiento.	15.Vida de ecosistemas terrestres.
7.Energia asequible y no contaminante.	16.Paz, justicia e instituciones sólidas.
8.trabajo decente y crecimiento económico.	17.Alianzas para lograr los objetivos.
9.Industria innovación e infraestructura	

Objetivos de desarrollo sostenible y la eficiencia energética (ODS).

El presente trabajo no tiene como objetivo explicar los 17 objetivos por lo que se tomarán en cuenta 3 que están relacionados entre sí con la energía y la eficiencia energética. Al mismo tiempo se pretende adaptarlos a la situación de El Salvador y presentar algunos ejemplos. (PNUD, PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO, 2018)

ODS# 7: Energía asequible y no contaminante.



Figura 1.2-7 Objetivo número 7 de los ODS. Fuente: <http://www.undp.org>, 2015.



Figura 1.2-8 Objetivo número 7 de los ODS. Fuente: <http://los17ods.org>, 2015.

El objetivo se justifica en el crecimiento poblacional mundial y por consecuencia en el aumento de la demanda de energía accesible, debido a que actualmente la energía depende de combustibles fósiles lo cuales elevan las emisiones de gases de efecto invernadero, siendo estos de los principales responsables del cambio climático, teniendo un impacto en cada continente.

Se debe promover la energía limpia, tomando en cuenta que un gran porcentaje de personas aún no cuenta con acceso a la electricidad debido a la alta demanda de esta, es por eso que debe considerarse la producción de energía renovable y la adopción de estándares eficaces en los edificios. (PNUD, PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO, 2018)

En El Salvador la población es de aproximadamente 6,401,200 habitantes el 95% de la población tiene acceso a la electricidad, pero previniendo el inminente crecimiento poblacional y a sabiendas que nuestra matriz energética es dominada en casi un 43% por la generación térmica, El Salvador debe buscar la implementación de la energía renovable y el acceso a eso.

ODS # 9: Innovación e infraestructura



Figura 1.2-9 Objetivo número 9 de los ODS. Fuente: <http://los17ods.org>, 2015.



Figura 1.2-10 Objetivo número 9 de los ODS. Fuente: <http://www.undp.org>, 2015.

Este se basa en la inversión en infraestructura y la innovación, así como también en el crecimiento de nuevas industrias y de las tecnologías de la información y las comunicaciones, estos avances tecnológicos con el fin encontrar soluciones permanentes a los desafíos económicos y ambientales, al igual que la oferta de nuevos empleos y la promoción de la eficiencia energética. Otras formas importantes para facilitar el desarrollo sostenible son la promoción de industrias sostenibles y la inversión en investigación e innovación científicas. (PNUD, PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO, 2018)

- Metas del ODS #9: las metas de este objetivo son 5, pero el que más se relaciona con el tema de eficiencia energética es el número 4:
- ✓ Para 2030 aplicado para El Salvador, se debe mejorar la infraestructura y reajustar las industrias para que sean sostenibles, usando los recursos con mayor eficacia y promoviendo la adopción de tecnologías y procesos industriales limpios y ambientalmente racionales, logrando que el sector público y privado adopten medidas de acuerdo con sus capacidades respectivas. (ODS, 2015)

ODS # 13: Acción por el clima.



Figura 1.2-11 Objetivo número 13 de los ODS. Fuente: <http://www.undp.org>, 2015.



Figura 1.2-12 Objetivo número 13 de los ODS. Fuente: <http://los17ods.org>, 2015.

El objetivo se enfoca en reducir las emisiones de gases de efecto invernadero que tiene como efecto el calentamiento global, provocando cambios permanentes en el sistema climático, cuyas consecuencias pueden ser irreversibles si no se toman medidas urgentes lo más pronto posible. (PNUD, PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO, 2018)

Las metas de este objetivo son 3 y rescataremos uno de estos aplicado a El Salvador:

- ✓ Mejorar la educación, la sensibilización y la capacidad humana en instituciones públicas y privadas en relación con reducción del cambio climático, de sus efectos y la alerta temprana.

En base al tema netamente de eficiencia energética el objetivo que tiene como centro la energía es el número 7 y es este en el que el proyecto será encaminado y tomará mayor relevancia, los demás objetivos como el 9 y el 13 se tomaran como dependencia de este mismo. Definido el ODS principal, se explica a continuación sus metas, consecuencias y objetivos:

- Metas del objetivo #7

Todas las metas se pretenden alcanzar para el año 2030:

- ✓ Garantizar el acceso a la población a servicios de energía asequibles, confiables y modernos.
- ✓ Aumentar significativamente el porcentaje de la energía renovable en la matriz energética del país.
- ✓ Iniciar la tasa de mejora de la eficiencia energética en el país.
- ✓ Permitir la cooperación internacional a fin de facilitar el acceso a la investigación y las tecnologías energéticas no contaminantes, incluidas las fuentes de energía renovables, la eficiencia energética y las tecnologías avanzadas y menos contaminantes de combustibles fósiles e iniciar la inversión en infraestructuras energéticas y tecnologías de energía no contaminante.
- ✓ Ampliar la infraestructura y mejorar la tecnología para prestar servicios de energía modernos y sostenibles para todos los sectores, en particular al sector público. (PNUD L. A., 2018)

Al conocer las metas del objetivo número 7 se evidencia la importancia de los ODS en la eficiencia energética y el interés de poder mejorar la tasa de la misma, produciendo y consumiendo energía más limpia y económica la cual se necesita para brindar una vida de calidad y proteger el medio ambiente, así como también se insita en crear infraestructura adecuada al uso racional de energía, usar tecnología menos contaminante y más eficiente, animando en la inversión de esta tecnología, variando desde luminaria, equipo electrónico, aire comprimido, aires acondicionados, etc.



Figura 1.2-13 Ejemplo de aplicación del ODS 7. Fuente: propia; 2018.

Los ODS y la Eficiencia Energética en El Salvador.



Figura 1.2-14 Programa Naciones Unidas para el desarrollo, Fuente: www.pnud.org.sv, 2015.



Figura 1.2-15 Representación de los ODM en El Salvador, Fuente: <http://www.odselsalvador.gob.sv>, 2015.

Desde la creación de los objetivos de desarrollo del milenio (ODM) en el año 2000, estableciendo 8 objetivos fundamentales para avanzar en el desarrollo de los países y poblaciones, teniendo como meta el año 2015, El Salvador se comprometió para poder alcanzar las metas establecidas por los ODM, iniciando un esfuerzo por incorporar los ODM a la política social, impulsando un proceso de evaluación del avance hasta el 2012, que permitió establecer una metodología estandarizada para el país y, lo más importante favoreció una reflexión técnica sobre las acciones y los programas que han contribuido al avance, así como un análisis de los desafíos pendientes para alcanzar estas metas. (Salvador, S.F)

Como se explicó anteriormente el enfoque se realizará en base a eficiencia energética y es en este tema que El Salvador realizó dos revistas que promueven y guían hacia una mejora en la eficiencia energética estas son:

- “Manual de la herramienta para el análisis de la rentabilidad de la implantación de medidas de eficiencia energética en la industria salvadoreña.” El manual pretende establecer unas directrices sencillas y claras para facilitar a los analistas de riesgos de los bancos la evaluación de rentabilidad de los proyectos de inversión en medidas de eficiencia energética a implantar en la industria salvadoreña, destacando, a través de escenarios y análisis de sensibilidad, cuáles son los parámetros clave a monitorear. El modelo de cálculo está orientado a obtener la tasa interna de rentabilidad (TIR) de los proyectos de inversión en eficiencia energética. (PNUD El Salvador, 2011)

- “Guía para Desarrolladores de Proyectos de Eficiencia Energética” este manual pretende definir los procedimientos para estandarizar la información que los desarrolladores de proyectos de medidas de eficiencia energética deberán presentar a entidades financieras para solicitar financiamiento con el acompañamiento de la ASI. (PNUD El Salvador, 2011)

Asimismo, la guía pretende desarrollar los procedimientos específicos que permitan introducir cada proyecto dentro de un Programa de Actividades bajo el Mecanismo de Desarrollo Limpio, junto con la Guía, se ha elaborado una herramienta de cálculo que permitirá a cada desarrollador evaluar la validez de las auditorías energéticas y calcular, año a año, el ahorro económico que le supone la implementación de medidas, además de tratarse de un formato estandarizado que puede ser presentado al banco para la solicitud de financiamiento. (PNUD El Salvador, 2011).

Tanto el manual como la guía elaborados por el PNUD El Salvador solo incluye medidas de eficiencia energética referidas a motores eléctricos e iluminación, pero es en estas mismas que se hace la mención que existen otras alternativas de eficiencia energética, como los sistemas de aire acondicionado en edificaciones, tomando las variables fundamentales a la hora de realizar la inversión.

Posteriormente El Salvador a partir del 2015 adopto los ODS y a través del PNUD El Salvador se han hechos esfuerzo por dar seguimiento a estos.

Enfocados en eficiencia energética y los ODS en El Salvador, en el año 2016 se publica en un reporte Global por parte de Bertelsmann Stiftung y la Red de Soluciones de Desarrollo Sostenible de la ONU, en él se presentan los índices

de avances de los ODS de los 149 países involucrados incluido El Salvador y una presentación de cuadros de datos y calificación de los países según el avance de cada ODS.

A continuación, se presentan los resultados de los ODS involucrados en eficiencia energética (número 7,9 y 13) de nuestro país en ese año:

El Salvador			
OVERALL SDG PERFORMANCE	Global rank	Score or value	Regional average
SDG Index	94 (of 149)	55.6 /100	57.8 /100
Comparison with other development metrics			
Human Development Index, 2014	116 (of 188)	0.67 /1	0.7 /1
Subjective Wellbeing, 2015	41 (of 149)	6.1 /10	6.1 /10
GDP per capita, PPP, 2015	92 (of 149)	US\$ 8293	US\$ 12912
Global Competitiveness Ind., 2016	95 (of 140)	3.9 /10	3.9 /10
Environmental Perf. Index, 2016	97 (of 180)	68.1 /100	71.7 /100

Figura 1.2-16 Ranking global de El Salvador en los índices de avances de los ODS, Fuente: SDG Index and Dashboards, Global Report, 2016

En la figura 1.2-16 se hace una evaluación introductoria de El Salvador, este ocupa el lugar 94 de 149 países, dando una puntuación de 55.6 de 100 y una evaluación regional de 57.8 de 100, además de presentar una comparación sobre otras medidas de desarrollo.

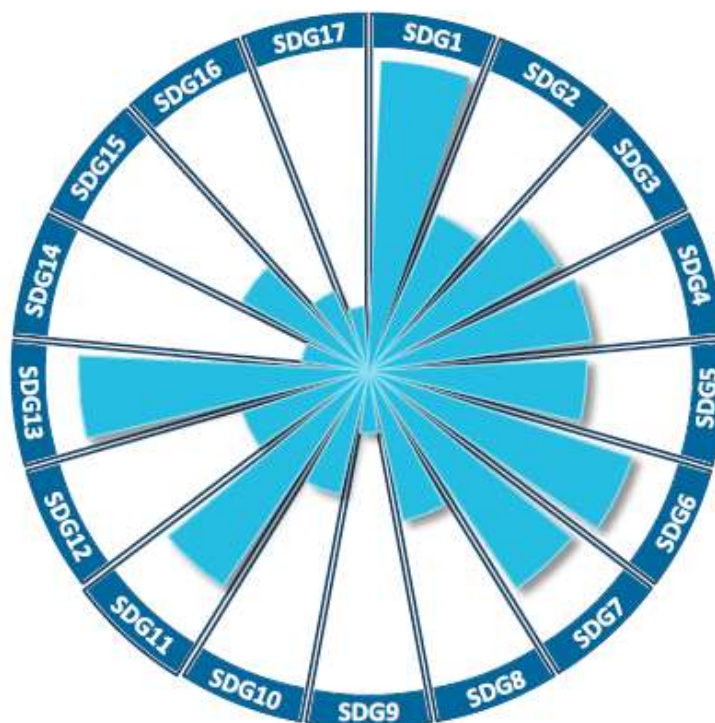
AVERAGE PERFORMANCE BY SDG


Figura 1.2-17 Rendimiento promedio de El Salvador en los índices de avances de los ODS, Fuente: SDG Index and Dashboards - Global Report, 2016

SDG DASHBOARD


Figura 1.2-18 Calificación del avance en los índices de avances de los ODS, Fuente: SDG Index and Dashboards - Global Report, 2016.

La figura 1.2-17 muestra una gráfica de avance en los índices de ODS en este caso el numero 7 es de lo que más avance ha tenido junto al objetivo 13, pero es notorio que el objetivo número 9 es uno de los que no presenta avance, porque pocas empresas optan por innovación y utilizar la tecnología eficiente en sus edificaciones, este es un de los objetivos que El Salvador debe mejorar para que aporte en el cumplimiento de los restantes 16.

En la figura 1.2-19 nos muestra la calificación del avance de los índices de cumplimiento de los ODS, el color rojo indica que se tiene poco avance en este objetivo, amarillo significa un avance regular y verde un avance significativo.

El Salvador - Performance by indicator

Indicator	Value	Rating
SDG7		
Access to electricity (%)	93.7	●
Access to non-solid fuels (%)	77.9	●
CO ₂ from fuels & electricity (MtCO ₂ /TWh)	1	●
SDG9		
R&D expenditures (% GDP)	0	●
Logistics Performance Index (1-5)	2.6	●
Quality of overall infrastructure (1-7)	4	●
Mobile broadband subscriptions (per 100)	6	●
Internet use (%)	29.7	●
SDG13		
CO ₂ emissions from energy (tCO ₂ /capita)	1.1	●
Climate change vulnerability (0-1)	0.1	●

Figura 1.2-19 Rendimiento de los indicadores de los ODS, número 7, 9 y 13 Fuente: SDG Index and Dashboards - Global Report, 2016.

Por último, el reporte presenta una tabla de cada ODS y sus principales índices de avance, dando a estos una valoración, ya sea en porcentajes o rangos que el mismo reporte define, además presenta la valoración en base a los colores antes mencionados.

De los 3 ODS en interés, se puede observar que el numero 7 tiene una notable valoración con respecto a las emisiones de CO₂ producidas por los combustibles y la electricidad, mientras que el acceso a la electricidad y a combustibles no sólidos, están en una valoración intermedia, el objetivo 13 es el menos avanzado de los 3 de interés, es curioso que un índice este objetivo como el de “gasto en investigación y desarrollo (% del PIB) “ tenga como avance cero, por ende una valoración negativa en avance, lo cual nos muestra que El Salvador no ha realizado una inversión en investigaciones o el esfuerzo de invertir en el desarrollo de la infraestructura e innovación, otro índice que presenta una valoración negativa son los relacionados con la innovación en la tecnología: “Suscripciones inalámbricas de banda ancha móvil” y el “uso de internet” , los índices que presentan una valoración media en este ODS 9 son “la calidad de la infraestructura en general” y “índice de rendimiento logístico”. Por último, se encuentra el ODS 13 el que mejor valoración tiene entre los objetivos antes mencionados presentando un buen avance en el índice de “emisiones de CO₂ provenientes del consumo de energía” y una valoración media en “la vulnerabilidad al cambio climático”.

Es así como este reporte nos presenta los avances, lo que se necesita mejorar y aquello que se debe empezar a realizar en El Salvador para poder cumplir con los índices de cada ODS, muestra una imagen de como el país está actuando y de los compromisos que está tomando en serio.

Hasta la fecha El Salvador sigue en camino de cumplimiento de los ODS, es de esta manera que el 14 de febrero de 2017 se presentó el “Informe Nacional Voluntario de la Implementación de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible” que como se mencionó anteriormente El Salvador es uno de los países que presentaron dicho informe que contiene los estados de avances metas e indicadores ODS, los cuales están reunidos en las siguientes tablas:

Tabla 1.2-3 Estados de avances metas e indicadores de los ODS. Fuente: Informe nacional de seguimiento de los ODS de El Salvador. Febrero 2017.

OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE	Indicadores Globales factibles	Indicadores Alternativos Factibles	Indicadores con LB y M.	Estado de avance Agenda Global (LB y meta)	Indicadores Globales pendientes (sin LB y/o M)
ODS 1 Fin de la pobreza	8	3	7	63.6%	4
ODS 2 Hambre Cero	6	12	18	100.00%	0
ODS 3 Salud y Bienestar	19	18	36	97.3%	1
ODS 4 Educación de Calidad	4	6	9	90%	1
ODS 5 Igualdad de Género	5	7	9	75%	3
ODS 6 Agua Limpia y Saneamiento	6	8	14	100.00%	0
ODS 7 Energía Asequible y No Contaminante	3	6	9	100.00%	0
ODS 8 Trabajo Decente y Crecimiento Económico	12	9	15	71.4%	7
ODS 9 Industria, Innovación e Infraestructura	6	12	16	88.9%	2
ODS 10 Reducción de las Desigualdades	5	3	3	37.5%	5
ODS 11 Ciudades y Comunidades Sostenibles	6	18	20	83.3%	4
ODS 12 Producción y Consumo Responsables	3	9	11	91.7%	1
ODS 13 Acción por el Clima	1	7	7	87.5%	1
ODS 14 Vida Submarina	3	14	16	94.1%	1
ODS 15 Vida de Ecosistemas Terrestres	3	5	7	87.5%	1
ODS 16 Paz, Justicia e Instituciones Sólidas	5	12	13	76.5%	4
ODS 17 Alianzas para lograr los objetivos	8	15	20	87.0%	3
TOTAL	103	164	230	86.1%	38

Siguiendo con los ODS relacionados con la eficiencia energética la tabla 1.3-3 nos muestra solo el seguimiento de dichos ODS sus indicadores con línea base (LB) y meta (M), además de presentar cuales están pendientes, tomando el número 7 y observando la tabla 3 lo único que está afirmando es que existen tres indicadores Globales y 6 indicadores alternativos, habiendo analizado dichos indicadores a su 100% en la agenda salvadoreña, teniendo 0 indicadores pendientes y así sucesivamente con el ODS 9 y 13, con la diferencia que hasta febrero del 2017 el ODS 9 tenía un avance de 82.9% en la agenda nacional, con dos indicadores pendientes y el numero 13 un avance de 87.5% con un indicador pendiente.

Como continuación de este informe en octubre del mismo año se realiza la “matriz de indicadores de monitoreo de objetivos de desarrollo sostenible” la cual contiene una guía de llenado y cada ODS detallado con sus índices, definiciones, líneas bases, metas, avances, instituciones responsables, etc.

Es así como El Salvador tiene un reto en eficiencia energética, no solo por ser un tema de moda, sino que dicho tema forma parte de una agenda a nivel mundial, que considera importante su incorporación en la sostenibilidad de los países y El Salvador no es la excepción, teniendo índices que empezar y otros por mejorar.

1.3 Sistemas de aire acondicionado

El aire acondicionado es un sistema utilizado para controlar la temperatura en un espacio, las ventajas son varias, control de temperatura, control de salida de aire, eliminación de la humedad del ambiente, la circulación y limpieza de aire.

La unidad de medida de energía con la que comúnmente se caracteriza a los equipos de aire acondicionado es el BTU (British Thermal Unit) y se define como la cantidad de energía que se necesita para aumentar la temperatura de una libra de agua a un grado Fahrenheit. El BTU es fundamental a la hora de hacer planes de instalación de aires acondicionado, ya que de esta unidad dependerá la comodidad y confort, si no es el adecuado, no se obtendrá el clima deseado provocando un incorrecto uso del sistema lo cual puede llevar a un eventual daño parcial o total del equipo.

En algunos países especialmente en Norte América se emplea las Toneladas de Refrigeración (TRF), como unidad nominal para referirse a capacidades de aires acondicionados. (Nathaly Colocho, 2011)

1.3.1 Funcionamiento de los elementos básicos de los aires acondicionados

Los sistemas de aire acondicionado requieren de componentes fundamentales, comunes en los diferentes equipos, y que son los encargados de la producción de frío e impulsión de aire. A pesar de tener en común estos componentes cada tipo tiene sus características específicas.

Los sistemas de aire acondicionado constan de cuatro elementos básicos principales:

- Compresor
- Condensador
- Evaporador
- Válvula de expansión

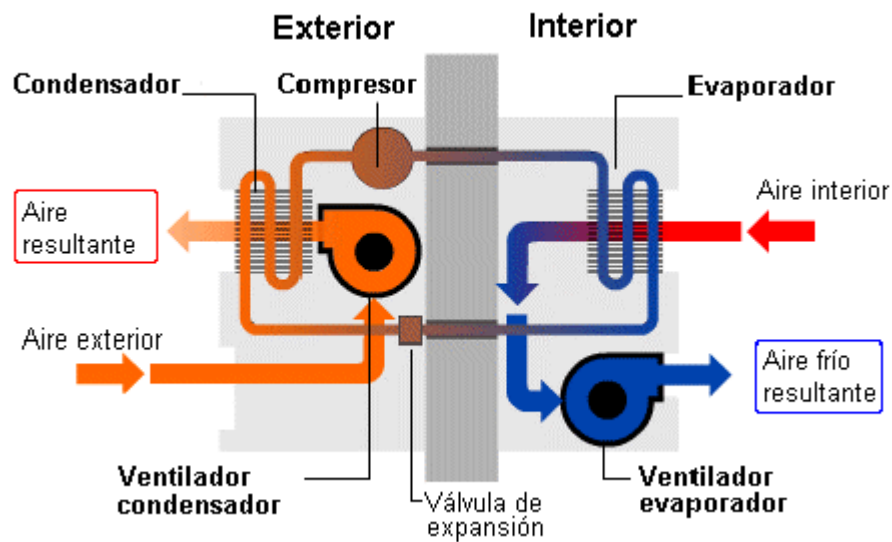


Figura 1.3-1 Diagrama de funcionamiento de aire acondicionado. Fuente: Nathaly Colocho, Manual básico de sistemas de aire acondicionado y extracción mecánica de uso común en arquitectura, 2011

El ciclo de refrigeración simple se compone de cuatro procesos fundamentales. El refrigerante se encuentra en estado líquido a baja presión y temperatura, evaporándose en un serpentín denominado evaporador mediante la extracción de aire del interior del local más caliente.

Luego, en estado de vapor se succiona y comprime mediante un compresor aumentando su presión y consecuentemente su temperatura, condensándose en un serpentín denominado condensador mediante la cesión de calor al aire exterior más frío. De esa manera, el refrigerante en estado líquido a alta presión y temperatura vuelve al evaporador mediante una válvula de

expansión, que origina una brusca reducción de presión, provocando vaporización del líquido que reduce su temperatura y suministrando aire a menor temperatura al espacio a ser acondicionado. (Nathaly Colocho, 2011)

1.3.2 Refrigerantes para sistemas de aire acondicionado.

Desde hace algunos años existe debate acerca del uso de gases refrigerantes ya que, por su liberación en la atmósfera, inciden de manera desfavorable sobre la capa de ozono que protege la Tierra de los rayos UV del sol. Estos debates se centraron sobre los efectos nocivos de los refrigerantes como CFC (clorofluorocarbonos), que se prohibieron.

Los problemas provocados por CFC están unidos al hecho de que contienen componentes de cloro (Cl), que son responsable de la destrucción del ozono (O₃). El Protocolo de Montreal, acuerdo internacional para la protección de la capa de ozono, especificó en sus directivas, primero la eliminación de los clorofluorocarbonos (CFC) de mayor contenido en cloro y ahora, la retirada gradual de los HCFC (hidroclorofluorocarbonos).

El refrigerante R-22, que es un HCFC, era hasta hace poco el gas refrigerante más utilizado en el sector del aire acondicionado. Actualmente se prohíbe su uso en equipos e instalaciones de nueva fabricación. Según la legislación desde el 1 de enero de 2004 hay prohibición de fabricar todo tipo de equipos con HCFCs (Hidroclorofluorocarbonos), aún se permitirá el uso de R-22 regenerado hasta el 2015, para cubrir la demanda en instalaciones existentes.

Este refrigerante R-22 ha sido sustituido por el R407C y por el R410A, los sustitutos cumplen ciertas características:

- No dañan la capa de ozono

- Tienen bajo efecto invernadero
- No son tóxicos ni inflamables
- Son estables en condiciones normales de presión y temperatura
- Son eficientes energéticamente. (Nathaly Colocho, 2011)

1.3.3 Tipos de sistemas de aire acondicionado frecuentemente utilizados en áreas de oficina.

Sistemas de aire acondicionado tipo paquete

Estos aires acondicionados son de tipo central, donde sus unidades están auto contenidas, es decir el condensador y el evaporador se encuentran en el mismo sistema y el aire se distribuye a los distintos espacios a través de ductos.

Sistemas de aire acondicionado tipo central separado

Es un equipo de descarga indirecta ya que el aire se distribuye a través de ductos el cual es expulsado en los diferentes espacios por medio de difusores, cuenta con una unidad evaporadora y una condensadora, estas dos unidades se conectan entre sí por medio de una tubería de cobre de dos líneas, la primera para llevar el refrigerante y la otra para regresarlo.

Sistemas de aire acondicionado tipo Split



Son equipos de descarga directa llamados también descentralizados. Se diferencian de los compactos ya que la unidad formada por el compresor y el condensador está situada en el exterior, mientras que la unidad evaporadora se instala en el interior. Se comunican entre sí por las líneas de refrigerante y conexiones eléctricas.

También existen equipos Multi-Split y la diferencia está en que puede haber varias unidades evaporadoras manejadas por una sola unidad condensadora. (Nathaly Colocho, 2011)

Comparativa de los sistemas de aire acondicionado

Tabla 1.3-1 Breve comparativa de sistemas de aire acondicionado. Fuente: CNE, Uso eficiente de aires acondicionados y ventiladores, 2011

Equipo	Aplicación	Ventaja	Desventaja
 <p>Mini Split</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Cuartos individuales. • Habitaciones. • Salas y comedores. • Oficinas pequeñas. • Bibliotecas. • Salas de juntas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Mayor sensación de confort. • Operan sin mayor ruido. • Programables. • Variedad de modelos. • Control de temperatura. 	<ul style="list-style-type: none"> • Mayor costo de compro. • Sí se instalan muchos es costoso su mantenimiento. • Una mala ubicación del condensador aumenta el consumo. • No tienen retorno al aire exterior. • Mayor costo energético.
 <p>Multi Split</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Oficinas. • Viviendas completas. • Laboratorios. • Centros comerciales. • Bibliotecas. • Escuelas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Sistema fácil de proyectar. • Instalación sencilla. • Pocos componentes. • Programables. • Autodiagnóstico. • Refrigeración múltiple. 	<ul style="list-style-type: none"> • No es adaptable. • Mantenimiento delicado. • Inversión inicial elevada.

 <p>Central Separado</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Grandes consumidores de A/C. • Industrias. • Centros comerciales. • Edificios grandes. • Bibliotecas. • Escuelas. • Hoteles. 	<ul style="list-style-type: none"> • Acondicionamiento de varias áreas. • Menor consumo de energía que mini Split. • Refrigeran zonas más grandes. • Diversos tamaños. • Programables. • Mayor capacidad. 	<ul style="list-style-type: none"> • Mayor costo de compra e inversión. • Es necesario instalar bombas, tuberías, válvulas y sistemas de control. • Desperdician energía si no se programan. • Mayor mantenimiento.
 <p>Tipo Paquete</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Oficinas • Viviendas completas • Laboratorios • Centros comerciales • Edificios pequeños y medianos • Bibliotecas • Escuelas 	<ul style="list-style-type: none"> • Se logra acondicionar varias salas • Menor consumo que los de tipo ventana y mini Split • Mayor área de enfriamiento • Variedad de tamaños • Automatizables 	<ul style="list-style-type: none"> • Costo de compra elevado • Requiere ductos de retorno e inyección • Mayor mantenimiento • Una mala ubicación del condensador aumenta el consumo • Se debe invertir en aislamiento para los ductos • Generan pérdidas

Caracterización del consumo de energía eléctrica en áreas de oficina

Los sistemas de aire acondicionado, son equipos de climatización que surgen con la necesidad de no descuidar el confort térmico y el bienestar de las personas en sus lugares de trabajo, al mismo tiempo mantener en óptimas condiciones el funcionamiento de los equipos electrónicos que se utilizan dentro de las instalaciones oficinas, principalmente dentro del sector comercio y servicio de El Salvador, dicho sector es caracterizado porque sus áreas están distribuidas mayormente en áreas de oficina, es por eso mismo que los equipos que se usan en estas actividades consumen una cantidad de energía eléctrica significativa pero no se comparan con la cantidad que consumen los equipos de aire acondicionado que en la actualidad son esencialmente básicos en este sector.

El aire acondicionado representa un consumo significativo en el sector comercio y servicio de entre un 40% hasta incluso arriba del 60% del consumo total de la energía. Esto significa que se cuenta con una oportunidad de ahorro al tomar en cuenta los criterios en eficiencia energética en la adquisición y uso de los equipos. (CNE C. N., S.F)

Para edificios de comercio y servicio, media tensión, entre 10-49 kW de potencia máxima instalada, el resultado es dramáticamente representativo. Este tipo de instalaciones es el observado en muchos edificios de oficina. El principal consumo, de forma significativa es el aire acondicionado (66%), seguido de la iluminación (24%) y computadoras (7%). (AES El Salvador, 2012)

Comercio y Servicio, Consumo a Media Tensión entre 10-49 kW

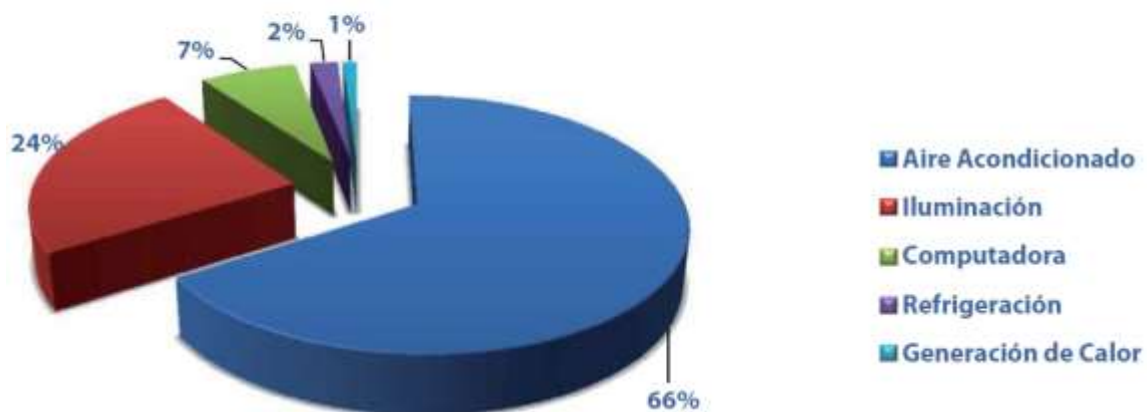


Figura 1.3-2 Uso de la energía eléctrica en el sector comercio y servicio. Fuente: AES, Manual de eficiencia energética, 2012

1.4 Gestión de la Energía

1.4.1 Generalidades de un Plan de Gestión

Independiente que la organización sea pequeña o grande respecto a su personal, se necesita un plan de gestión de la energía para asegurar que ésta opere eficazmente. El plan para una organización pequeña será obviamente mucho más simple que aquél para una enorme, pero el objetivo en ambos casos será el mismo: cumplir con la misión de la organización y las tareas del día a día necesarias para preservar tal misión y mantener la organización funcionando lo más eficazmente posible. (Rabinowitz, 2017)

La planificación se clasifica según sus niveles de concreción, esto permite distinguir los diferentes niveles según su operatividad en los diferentes elementos que los forman.

Existen tres niveles de concreción, también llamados estratégico, táctico y operativo, que coinciden con los diferentes instrumentos Plan-programa-proyecto respectivamente. (González, 2011)

NIVEL ESTRATÉGICO: PLAN

- Integra el resto de niveles, es el nivel máximo de organización y estructuración de la intervención, compuesto de programas y proyectos.
- Plantea los objetivos generales, es decir, las grandes líneas de actuación que orientaran el resto de niveles de planificación.
- Clarifica la previsión de presupuesto, los recursos y los equipamientos necesarios.
- Define prioridades, criterios y estrategias
- El instrumento que utiliza es el plan
- La temporalización es a largo plazo, entre 3 y 5 años

NIVEL TÁCTICO: PROGRAMA

- Es el segundo nivel de concreción
- Concreta los objetivos específicos
- Clarifica las prioridades de intervención del plan
- Explícita y ordena los recursos disponibles
- El Instrumento utilizado es el programa
- El programa es mucho más concreto que el plan
- La temporalización es a medio plazo, 2 años
- Comprende varios proyectos

NIVEL OPERATIVO: PROYECTO

- Con un mayor nivel de concreción que los anteriores
- Define objetivos operativos.
- Determina procesos de ejecución, concretando actividades y tareas que hay que llevar en un tiempo determinado
- Elabora presupuestos detallados de ingresos y gastos
- Define resultados previstos y los medios para lograrlos
- Detalla el uso concreto de recursos disponibles para lograr los objetivos.
- El instrumento característico del nivel de operatividad es el proyecto.

¿Qué es un Plan de Gestión?

Un plan de gestión es un diseño sobre la mejor forma de manejar la organización durante sus actividades cotidianas y a largo plazo. Incluye los métodos convencionales de hacer diversas cosas- administrar el dinero, lidiar con las tareas actuales de la organización, abordar la forma en que las personas de la organización realizan su trabajo- y el marco general, filosófico e intelectual, en el que estos métodos operan. (Rabinowitz, 2017)

El plan de gestión para una organización en particular depende de varios factores:

- ¿Qué está tratando de lograr la organización?
- ¿Qué se necesita hacer, cotidianamente, para mantener funcionando la organización?
- ¿Qué grado de libertad necesitan las personas en todos los niveles de la organización para hacer bien su trabajo?

- ¿Cuáles son los recursos disponibles para implementar un plan de gestión?
- ¿Cómo encaja el plan de gestión dentro de la misión y filosofía de la organización?

¿Por qué necesita en una organización un Plan de Gestión?

Mantener el funcionamiento de una organización requiere de mucho trabajo. ¿Para qué tomarse la molestia de crear un plan sólo para hacer lo que se necesita hacer? ¿Por qué no se puede ir haciendo las cosas a medida que se va necesitando?

La respuesta general aquí, es que la organización es sumamente importante como para dejar las cosas al azar. Si no hay un plan, las tareas diarias pueden ignorarse, pueden surgir emergencias con las que nadie sabe lidiar, las responsabilidades pueden no estar claras y lo más importante las labores de la organización pueden no hacerse bien o no hacerse en absoluto. Un buen plan de gestión ayuda a alcanzar las metas de muchas maneras:

- **Aclara las responsabilidades y los roles de todos dentro de la organización**, para que todos sepan lo que ella y todos los demás deben hacer. El personal sabe a quién dirigirse para obtener información, consultas, supervisión, etc. También sabe cuáles son los límites de su propio puesto, cuándo pueden hacer algo sin tener que consultarlo con alguien y cuándo no.
- **Divide el trabajo de la organización de manera equitativa y razonable para que el trabajo de cada uno no sólo esté definido, sino que también sea factible.**

- **Aumenta la obligación de rendir cuentas de algo, tanto internamente** (cuando algo no se hace es obvio de quién era la responsabilidad) **como externamente** (cuanto mejor sea la gestión de la organización mejor servirá a la comunidad).
- **Asegura que las tareas necesarias sean asignadas al personal apropiado, y crea un plazo para que sean terminadas.** Las cuentas se pagan a tiempo, el personal está donde debería estar para prestar los servicios de la organización, las propuestas de financiamiento son escritas y enviadas, se encarar los problemas y, como resultado, la organización funciona sin problemas.
- **Ayuda a que la organización se defina a sí misma.** Por medio del desarrollo de un plan consistente con su misión y filosofía, la organización puede saber claramente en lo que cree y comunicarle esa certeza a su personal, a su público objetivo y a toda la comunidad.

1.4.2 El ABC de la eficiencia energética

La base fundamental y técnica para emprender en eficiencia energética será la realización de una Auditoría Energética, al dar a conocer el estado actual de consumo. Por medio de la realización de la auditoría se determina una línea base y lo principal es comenzar las Buenas Prácticas de ahorro. Este paso implica tanto una cultura de ahorro y uso racional dentro de la institución, también se fundamenta en el cambio tecnológico a opciones de mayor rendimiento energético. El tercer paso es el Compromiso de Implementación, este debe ser un apoyo de toda la institución, tomando en cuenta que no abran rasgos negativos en la productividad. (CNE C. N., El Salvador ahorra energía, 2015)



Figura 1.4-1 Etapas del ABC de la eficiencia energética. Fuente: CNE, El Salvador ahorra energía, 2015.

Auditoría energética

Para conocer la situación energética de las instalaciones, es necesario establecer, con cierta periodicidad, una auditoría que permita diagnosticar el estado de los diferentes equipos.

Como primer paso, cabe establecer una auditoría en profundidad que consiste en un análisis técnico de los componentes. Se basa en los datos de operación existentes e identifica la energía consumida en un equipo.

En este nivel se requieren consultas a personal especializado, fabricantes de equipos y a la documentación técnica.

El paso siguiente consiste en determinar el ahorro potencial de energía. Puede incluir conceptos tales como: revisión de los procesos, instalación de nuevos equipos y muchos otros.

El objetivo final y más importante de la auditoría es la determinación de las posibles mejoras para obtener un ahorro energético, las cuales podrán establecerse a partir del análisis de los datos recopilados,

fundamentalmente de la consideración de las pérdidas y de la comparación de los rendimientos y consumos específicos reales, con los nominales y teóricos.

La auditoría energética no es una operación que se realice una sola vez. Es preciso realizarla de forma continua si se desea que la institución mantenga su eficiencia energética óptima. (EREN, S.F)

Buenas prácticas de ahorro y uso racional de los recursos energéticos

Las Buenas Prácticas son acciones concretas que sientan la base del ahorro de los recursos y su sostenibilidad, mientras que el Uso Racional trasciende a un hábito, a una cultura de ahorro.

Los tres componentes principales de las buenas prácticas son:

i. **Conciencia**

El primer paso es crear un conocimiento reflexivo sobre el futuro de los recursos. Se aconseja en una institución crear conciencia sobre la importancia de la energía, esto es clave para el desarrollo, ya que es escasa y producirla cuesta, por lo tanto, se debe cambiar la manera de pensar y actuar sobre su uso. El lograr la conexión en la mente, entre el desperdicio de energía y el gasto innecesario de dinero, entre la generación de energía y la contaminación refleja una conciencia hacia la eficiencia energética.

ii. **Formación en eficiencia energética**

Esta es descrita como el desarrollo de conocimientos técnicos adecuados y focalizados a las áreas de trabajo en la institución. La formación debe ser sin importar la disciplina o el

cargo, esto es fundamental para lograr una conciencia profunda en la institución.

iii. Desarrollo de la cultura ahorro

Una cultura es aquella que genera acciones y desarrolla buenos hábitos de consumo. El primer paso hacia una cultura es su comunicación. El crear programas de promoción hacia un uso racional de recursos a través de publicidad interna.

Esta cultura debe ser fomentada por alguien, por lo cual, en los proyectos de eficiencia energética, una herramienta es la conformación de Comités de Eficiencia Energética. Un comité es un equipo interno multidisciplinario que se encarga de llevar a cabo las actividades administrativas y técnicas que permitan reducir continuamente el consumo de energía eléctrica y combustibles de una institución, impulsando y supervisando programas educativos, de concientización, acciones concretas y proyectos que permitan a corto y mediano plazo establecer una cultura de uso racional de los recursos energéticos.

El crear metodologías de seguimiento e indicadores energéticos ayudará a cuantificar y evidenciar los resultados de ahorro. La cultura debe lograr que cada persona no solo sienta la obligación de accionar, sino que trascienda esta conducta a todas las actividades tanto en la oficina como afuera de ella, en su vida cotidiana, en su hogar. (CNE C. N., Buenas Practicas y Uso Racional de la Energía, 2015)

Compromiso de implementación

Los compromisos de implementación deben comenzar con la alta gerencia, quien debe asegurar la disponibilidad de los recursos necesarios para la implementación y la mejora del desempeño energético.

Se debe demostrar compromiso de apoyar el desarrollo organizacional y la mejorar continuamente. Para ello, puede transmitir la importancia del ahorro de la energía a través de involucramiento del personal tales como delegación de autoridad, motivación, reconocimiento, formación o participación.

Es importante que, al iniciar la implementación, se definan las metas para el mejoramiento del desempeño energético. Se requiere, en específico, el compromiso en asegurar los recursos y medios necesarios para implementar y mantener el desempeño energético resultante o esperado y motivar al mejoramiento continuo. (AChEE, 2012)

1.4.3 Sistema de Gestión de la Energía: ISO 50001:2011

Antecedentes al estándar ISO 50001:2011

El surgimiento de los Sistemas de Gestión de la Energía (SGE) es parte del proceso que en el ámbito internacional se da a partir de la década de los 70's, la cual se caracterizó por una crisis de los energéticos, de tal forma que los SGE surgen como una herramienta esencial que ha impulsado el desempeño energético a nivel mundial. (CONUEE y GIZ, 2017)

En El Salvador los esfuerzos de para que el sector industrial y publico adopten este estándar se han iniciado y aunque con muy poca respuesta se están dando los pasos para el país tenga sistema en gestión de la energía. El 15 de

junio de 2011, la Organización Internacional para la Estandarización (ISO) lanzó de manera oficial el estándar sobre sistemas de gestión de la energía, la ISO 50001 Energy Management Systems. 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, como se mencionó en la política energética de este trabajo, hay empresas que han empezado con la eficiencia energética en sus edificaciones tal es el caso de Sherwin Williams que además de ganar el premio nacional a la eficiencia energética, está iniciando su proceso a la certificación en el estándar ISO 50001.

Tabla 1.4-1 Evolución de los SGEN del manual para la implementación de un sistema de gestión de energía 2017

HISTORIA DE LOS SGEN	
1970	Crisis del petróleo. Gestión de la producción y compra de energía, servicios energéticos y conservación de la energía.
1988	Las industrias comienzan a desarrollar programas de eficiencia energética.
1990	Australia: AS 3595. Programas de Gestión Energética – Guía para evaluación financiera de proyectos.
1992	Australia: AS 3596. Programas de Gestión Energética – Guía para definición y análisis de ahorro de energía y costos.
1995	EE. UU.: ANSI 739. IEEE Recomendación práctica para la Gestión Energética en instalaciones industriales y comerciales. Canadá: Plus 1140. Guía para la gestión energética voluntaria. China: GB/T 15587. Guía para la gestión energética en las empresas industriales.
2000	EE. UU.: ANSI/MSE 2000: 2000
2001	Dinamarca: DS 2403: 2001
2003	Suecia: SS 627750: 2003
2005	Irlanda: I.S. 393: 2005 Holanda: Sistema de Gestión Energética – Guía para uso
2007	España: UNE 216301: 2007 Corea del sur: KSA 4000: 2007 Alemania: Gestión energética – Términos y definiciones
2009	Sudáfrica: SANS 879: 2009 China: GB/T 23331: 2009 Europa: EN 16001: 2009

En El Salvador actualmente se cuenta con el equivalente a esta norma denominada como: Norma Técnica Salvadoreña de Gestión de Energía: NTS ISO 50001:2011 “Sistemas de gestión de la energía. Requisitos con orientación para su uso.

Introducción al estándar ISO 50001:2011 y sus requisitos

El significado de los SGE suele ser confundido con la Eficiencia Energética (EE), no obstante, en esta se considera la implementación de proyectos simples e inversiones en eficiencia energética, a diferencia de los SGE, en los cuales se toman medidas operativas, controles operacionales e implantación de nuevos proyectos de mejora del desempeño energético. La implementación de un SGE no debe entenderse como un objetivo por sí mismo, es decir, lo realmente importante son los resultados de todo el sistema. Entendida de este modo, la efectividad de un SGE dependerá en gran medida, del compromiso y disponibilidad de todos los actores involucrados en la organización para gestionar el uso y el costo de la energía, además de realizar los cambios que sean necesarios en el día a día para facilitar estas mejoras y la reducción en los costos. (El Salvador ahorra energía, 2017)

Los principales impulsores para incorporar a un sistema de gestión energético como parte de la política pública son principalmente: la seguridad energética, el desarrollo económico y la competitividad, el cambio climático y la salud pública.

Por otra parte, de manera general, los sistemas de gestión han sido ampliamente recibidos por las organizaciones para administrar mejor sus actividades y operaciones, con el fin de mejorar su productividad y

competitividad, representando una ventaja ante sus competidores y un beneficio para la propia organización cuando estos son implementados adecuadamente.

En este sentido, los sistemas de gestión de la energía (SGE) implican también una búsqueda de mejorar la gestión de los recursos energéticos con diversos fines, que pueden ser aumentar la eficiencia energética, disminuir costos de energía, como parte de una mejora en el enfoque de sustentabilidad de la empresa, para cumplir con algún requisito corporativo, etc. (CONUEE y GIZ, 2017)



Figura 1.4-2 Los principales impulsores para incorporar a un sistema de gestión energético, Fuente: manual para la implementación de un sistema de gestión de energía 2017

Ahora definiendo un SGE es una metodología para lograr la mejora sostenida y continua del desempeño energético en las organizaciones en una forma costo-efectiva. (CONUEE y GIZ, 2017)

La norma ISO 50001 “Sistemas de gestión de La Energía Requisitos con orientación para su uso”, se basa en el modelo ISO de sistemas de gestión, que

permite a una organización definir una estructura probada para lograr la mejora continua del desempeño energético y del Sistema de Gestión de la Energía (SGE) en sus procesos.

El concepto “desempeño energético” es clave para la comprensión del SGE, ya que incluye otros conceptos como el uso de la energía, eficiencia energética y consumo de energía. De esta forma cada organización establece como mide su desempeño energético, para mejorarlo en el tiempo. La implementación de un SGE según la norma ISO 50001, se constituye en una valiosa herramienta para las organizaciones que se han propuesto mejorar su desempeño energético, motivadas por la reducción de costos y el desarrollo sustentable del negocio.

Por este motivo se recomienda su implementación como una forma de llevar a cabo de forma exitosa el trabajo en materias de eficiencia energética y reducción de emisiones de gases efecto invernadero. (Agencia Chilena de Eficiencia Energetica, 2017)

CAPÍTULO II – GESTIÓN DE RECURSOS Y DESARROLLO DE AUDITORIA ENERGÉTICA

2.1 Auditoría energética Preliminar

Implementar la Eficiencia Energética (EE) en cualquier sector, requiere realizar diferentes acciones antes, durante y después de ejecutar las medidas identificadas. En esta ocasión una auditoría energética como parte indispensable de cualquier proyecto de Eficiencia Energética evoluciona en el avance del proyecto incrementando su detalle y profundidad (figura 2.1-1).

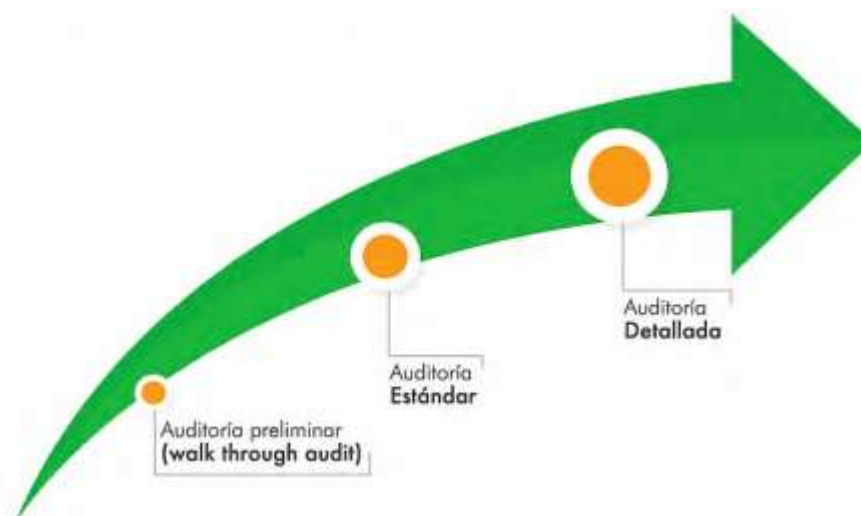


Figura 2.1-1 Evolución de una auditoría energética. Fuente: Revista PASEA, 1ra Ed. Abril-junio 2015

La auditoría preliminar o de inspección consiste en una visita corta a la instalación para identificar áreas donde se puede obtener información inmediata y que con acciones simples y sin costo se pueden determinar posibles medidas de ahorros de energía que se pueden emplear fácilmente (típicamente mediante medidas operativas o de mantenimiento).

El objetivo principal de la inspección preliminar para este estudio es:

- Identificación de áreas climatizadas de la institución.
- Conocer el tipo, capacidad y la ubicación de los equipos de aire acondicionado.
- Establecer la instrumentación y equipo disponible y necesario.
- Identificar personal relacionado con los aspectos técnicos de la edificación.

2.1.1 Determinación de las áreas de interés

La institución cuenta con dos niveles dentro de cuales cuentan con instalación para diferentes actividades, al mismo tiempo en cada área o sección general cuenta con un encargado o jefe que es el responsable directo de dichas áreas, a continuación, se resume en la siguiente tabla de la constitución propia del edificio:

Tabla 2.1-1 Identificación de las áreas de interés. Fuente: Propia

Responsables	Sección	Área
Jefe de RR.HH.	Nivel 1	Auditorio
		Sala de proyecciones
Jefe de Unidad de Postgrado	Nivel 2, Costado Sur	Aula 2
		Aula 3
		Laboratorio SIG
		Laboratorio de investigaciones
	Nivel 2, Costado Norte	Aula 1
		Jefatura de UP
		Cubículo de UP
		Recepción de UP
		Salón de Usos Múltiples
		Jefatura de Inst. Inv.
		Salón de consultas de Inst. Inv.
		Recepción de Inst. Inv.

2.1.2 Caracterización de los sistemas de aire acondicionado

En los dos niveles del edificio hay espacios que cuentan con aire acondicionado y también existen pasillos calientes entre las áreas acondicionadas.

Para climatizar estos espacios se encuentran instalados equipos de aire acondicionado de tipo central separado en ambos niveles del edificio.

- **Aire Acondicionado Central Separado**

Es un equipo de descarga indirecta ya que el aire se distribuye a través de ductos el cual es expulsado en los diferentes espacios por medio de difusores, cuenta con una unidad evaporadora y una condensadora, estas dos unidades se conectan entre sí por medio de una tubería de cobre de dos líneas, la primera para llevar el refrigerante y la otra para regresarlo (figura 2.1-2).

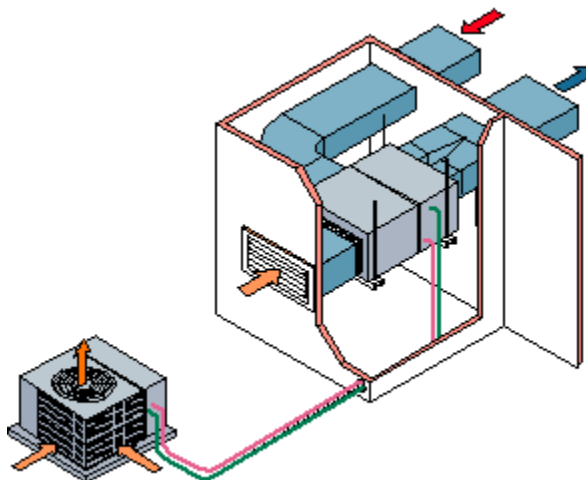


Figura 2.1-2 Equipo de aire acondicionado central separado.
Fuente: CS AYRE S.A.S. Sitio Oficial.

Ventajas

- Se logra refrigeración en varios espacios al mismo tiempo.
- Unidades silenciosas
- Se utilizan en acondicionamientos de grandes espacios.
- Posibilidad de inyectar aire a uno o varios espacios.
- Mejor distribución del aire dentro de un espacio.
- Estético en interiores.
- Funciona para uso residencial, institucional o comercial.

En estos equipos el aire es llevado a través de ductos hasta su destino, expulsado por medio de difusores y retornado a través de rejillas. La temperatura es controlada mediante un termostato que es instalado en la pared y su función es la de mantener la temperatura de forma regular en un punto determinado.

Los equipos instalados son los siguientes

- Primer nivel: 2 equipos modelo RAWL-120CAZ, 10 toneladas de capacidad frigorífica cada uno, como los que muestran la figura 2.1-3.



Figura 2.1-3 Condensadora de los modelos de equipo de AA instalados en el primer nivel. Fuente: Ruud Commercial Series High-Efficiency Condensing Units

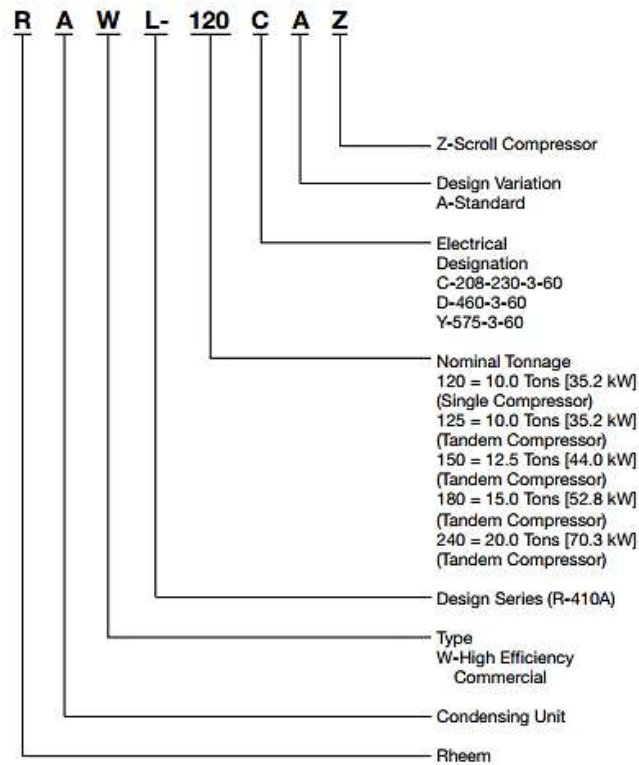
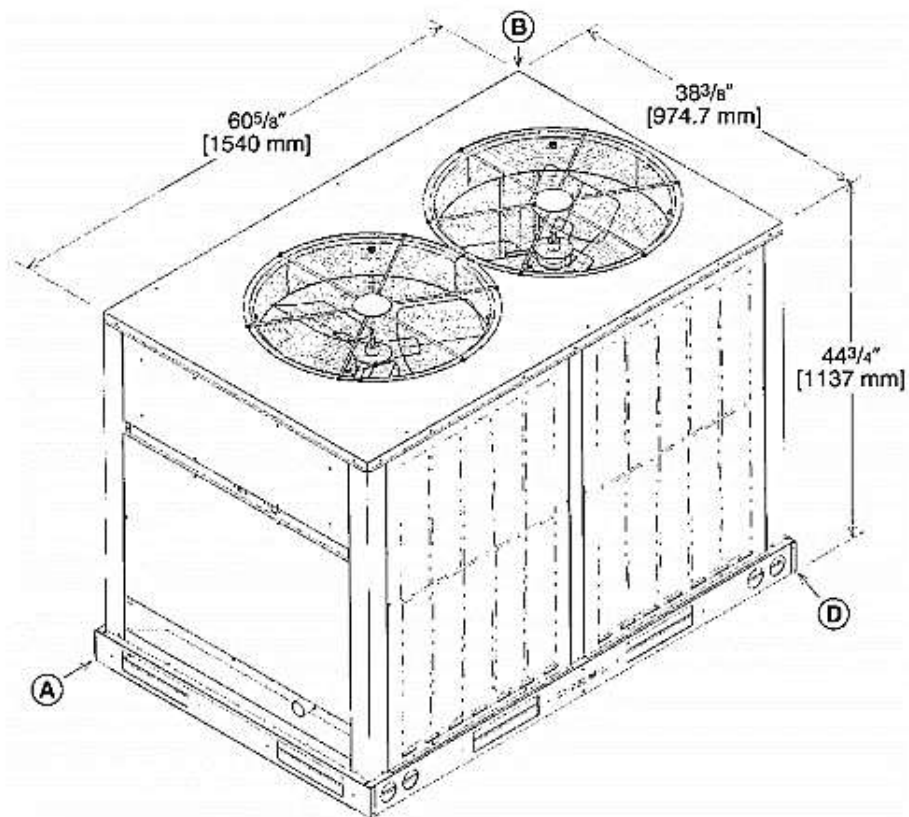


Figura 2.1-4 Número de Designación del modelo. Fuente: Rheem Commercial High-Efficiency Condensing Units

RAWL-120						
°F [°C] OUTDOOR AMBIENT TEMPERATURE	SATURATED EVAPORATOR TEMPERATURE °F [°C]					
	40 [4.4]		45 [7.2]		50 [10.0]	
	MBH [kW]	KW	MBH [kW]	KW	MBH [kW]	KW
75 [24]	118.0 [34.58]	7.2	129.4 [37.91]	7.3	141.2 [41.37]	7.5
80 [27]	114.6 [33.59]	7.5	125.7 [36.83]	7.7	137.2 [40.20]	7.9
85 [29]	111.2 [32.59]	7.9	122.0 [35.75]	8.1	133.2 [39.03]	8.2
90 [32]	107.8 [31.60]	8.3	118.3 [34.66]	8.5	129.2 [37.87]	8.6
95 [35]	104.4 [30.60]	8.7	114.6 [33.58]	8.9	125.3 [36.70]	9.0
100 [38]	101.0 [29.61]	9.1	110.9 [32.50]	9.3	121.3 [35.53]	9.4
105 [41]	97.6 [28.61]	9.5	107.2 [31.42]	9.7	117.3 [34.37]	9.8
110 [43]	94.3 [27.62]	9.9	103.5 [30.34]	10.1	113.3 [33.20]	10.2
115 [46]	90.9 [26.62]	10.3	99.8 [29.25]	10.4	109.3 [32.03]	10.6

Figura 2.1-5 Capacidad y potencia de la unidad condensadora. Fuente: Rheem Commercial High-Efficiency Condensing Units



MODEL	TOTAL WEIGHT LBS. [kg]	Corner Weights, Lbs. [kg]			
		A	B	C	D
RAWL-120	501 [227]	123 [58]	132 [60]	119 [54]	127 [58]
RAWL-125	586 [266]	144 [65]	154 [70]	139 [63]	149 [67]
RAWL-150	650 [295]	160 [72]	171 [78]	154 [70]	165 [75]
RAWL-180	746 [338]	183 [83]	196 [89]	177 [80]	189 [86]
RAWL-240	952 [432]	234 [106]	251 [114]	226 [103]	241 [110]

Figura 2.1-6 Dimensiones y peso de la unidad. Fuente: Rheem Commercial High-Efficiency Condensing Units

- Segundo nivel: 4 equipos de 5 toneladas, de los cuales 2 son marca York modelo YCJD60S43S4A y dos son marca RUUD modelo RA1360AC1NB.



RA13 Series

Efficiencies 13-15.5 SEER/11.5-13 EER
 Nominal Sizes 1½ to 5 Ton [5.28 to 17.6 kW]
 Cooling Capacities 17.3 to 60.5 kBTU
 [5.7 to 17.7 kW]

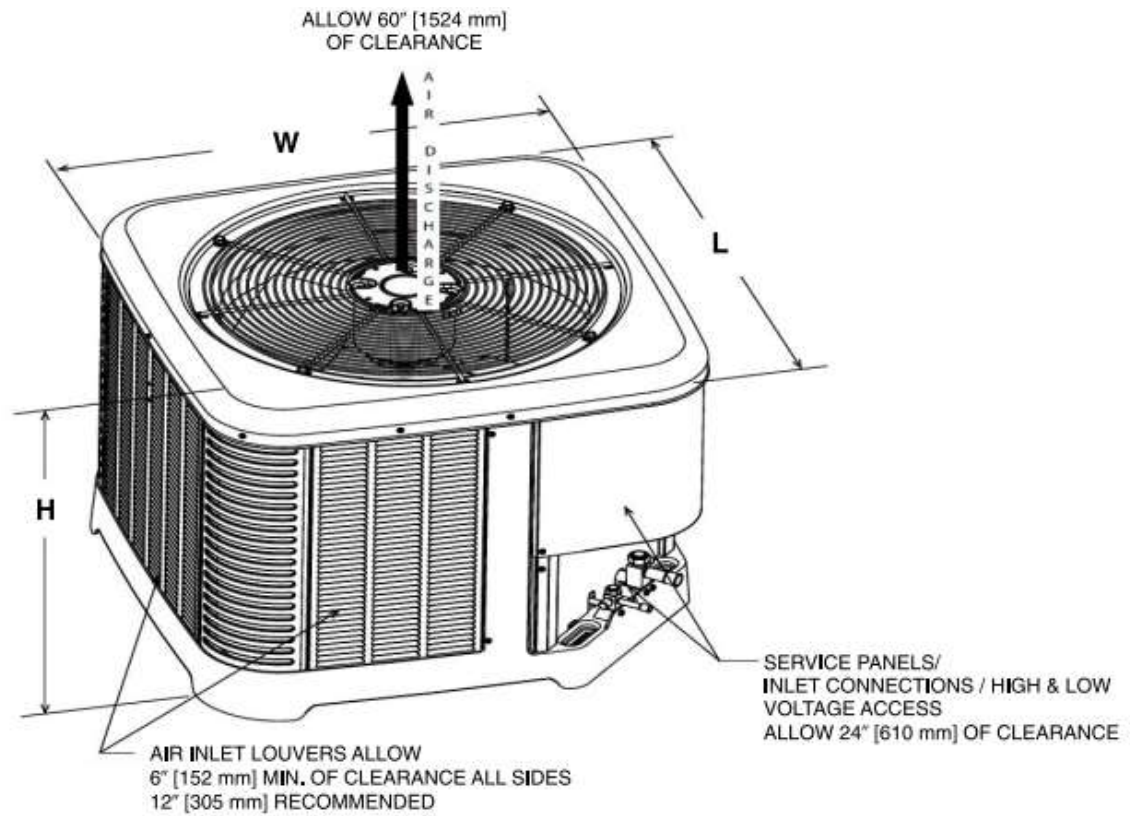


"Proper sizing and installation of equipment is critical to achieve optimal performance. Ask your Dealer for details or visit www.energystar.gov."

Figura 2.1-7 Condensadora de los modelos de AA RUUD instalados en el segundo nivel. Fuente: Rheem Classic Series Air Conditioners

Air Conditioners									
B	A	13	24	A	J	1	N	A	*
Brand	Product Category	SEER	Capacity BTU/HR	Major Series*	Voltage	Type	Controls	Minor Series**	Option Code
Rheem	A - Air Conditioners	13 - 13 SEER	18 - 18,000 [5.28 kW]	A - 1st Design	J - 1ph, 208-230/60	1 - Single-stage	C - Communicating	A - 1st Design	N/A
		14 - 14 SEER	24 - 24,000 [7.03 kW]		C - 3ph, 208-230/60	2 - Two-stage	N - Non-Communicating		
		16 - 16 SEER	30 - 30,000 [8.79 kW]		D - 3ph, 460/60	V - Inverter			
		17 - 17 SEER	36 - 36,000 [10.55 kW]						
		20 - 20 SEER	42 - 42,000 [12.31 kW]						
			48 - 48,000 [14.07 kW]						
			60 - 60,000 [17.58 kW]						

Figura 2.1-8 Número de designación del modelo. Fuente: Rheem Classic Series Air Conditioners



MODEL NO.	OPERATING						SHIPPING					
	H (Height)		L (Length)		W (Width)		H (Height)		L (Length)		W (Width)	
	INCHES	mm	INCHES	mm	INCHES	mm	INCHES	mm	INCHES	mm	INCHES	mm
RA1318	27	685	29.75	755	29.75	755	28.75	730	32.38	822	32.38	822
RA1324	25	635	29.75	755	29.75	755	26.75	679	32.38	822	32.38	822
RA1330	25	635	29.75	755	29.75	755	26.75	679	32.38	822	32.38	822
RA1336	27	685	29.75	755	29.75	755	28.75	730	32.38	822	32.38	822
RA1342	31	787	29.75	755	29.75	755	32.75	831	32.38	822	32.38	822
RA1348	27	685	33.75	857	33.75	857	28.75	730	36.38	924	36.38	924
RA1360	31	787	35.75	908	35.75	908	32.75	831	38.38	974	38.38	974

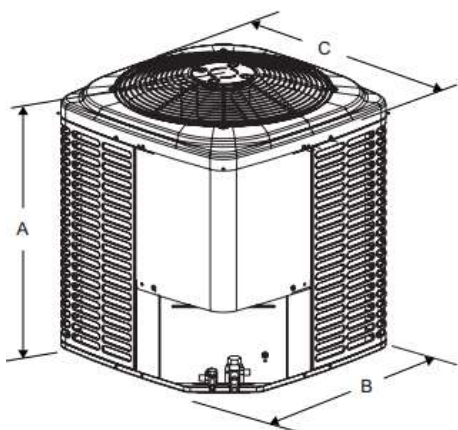
Figura 2.1-9 Dimensiones de la unidad. Fuente: Rheem Classic Series Air Conditioners



Figura 2.1-10 Condensadora de los modelos de AA York instalados en el segundo nivel. Fuente: York TECHNICAL GUIDE LX SERIES SPLIT-SYSTEM AIR CONDITIONERS

MODEL		YCJD30 S43S3	YCJD36 S43S3	YCJD42 S43S3	YCJD48 S43S3	YCJD60 S43S3
Unit Supply Voltage		208-230V, 3 ϕ , 60Hz				
Normal Voltage Range ¹		187 to 252				
Minimum Circuit Ampacity		11.4	12.3	16.3	15.5	23.9
Max. Overcurrent Device Amps ²		15	20	25	25	40
Min. Overcurrent Device Amps ³		15	15	20	20	25
Compressor Type		Recip	Recip	Recip	Recip	Scroll
Compressor Amps	Rated Load	8.1	8.6	11.8	11.2	17.9
	Locked Rotor	63	68	88	88	120
Crankcase Heater		No	No	No	No	No
Fan Motor Amps	Rated Load	1.2	1.5	1.5	1.5	1.5
Fan Diameter Inches		17.5	22	22	22	22
Fan Motor	Rated HP	1/4	1/4	1/4	1/4	1/4
	Nominal RPM	1100	850	850	850	850
	Nominal CFM	2050	3200	2950	2950	3600
Coil	Face Area Sq. Ft.	9.6	13.07	14.16	14.16	18.68
	Rows Deep	1	1	1	1	1
	Fin / Inches	23	23	23	23	23
Liquid Line Set OD (Field Installed)		3/8	3/8	3/8	3/8	3/8
Vapor Line Set OD (Field Installed)		3/4	3/4	7/8	7/8	7/8
Unit Charge (Lbs. - Oz.) ⁴		3 - 14	4 - 9	4 - 5	4 - 9	5 - 6
Charge Per Foot, Oz.		0.62	0.62	0.67	0.67	0.67
Operating Weight Lbs.		131	145	173	173	195

Figura 2.1-11 Especificaciones técnicas de AA York. Fuente: York TECHNICAL GUIDE LX SERIES SPLIT-SYSTEM AIR CONDITIONERS



All dimensions are in inches. They are subject to change without notice. Certified dimensions will be provided upon request.

Unit Model	Dimensions (Inches)			Refrigerant Connection Service Valve Size	
	A ¹	B	C	Liquid	Vapor
30	28	23-1/2	23-1/2	3/8"	3/4"
36	28	29	29		
42	30	29	29		7/8"
48	30	29	29		
60	32	33-5/8	33-5/8		

1. Including Fan Guard.

Figura 2.1-12 Dimensiones de la unidad. Fuente: York TECHNICAL GUIDE LX SERIES SPLIT-SYSTEM AIR CONDITIONERS

2.1.3 Metodología para el cálculo de ganancias térmicas

Toma de datos:

- La toma de datos consiste en medir las temperaturas del ambiente dentro y fuera de las instalaciones para cada orientación (Norte, Sur, Este y Oeste).
- En este apartado se considera el inventario de los equipos electrónicos que emiten calor en la instalación a caracterizar (computadoras, monitores, TV, proyectores, fotocopiadoras, impresoras, cafeteras, etc.).

Caracterización de las áreas de interés:

- Determinación de áreas de: Ventanas, puertas, muros, techos y pisos.
- Determinación de los materiales de construcción: Tipo de ventanas con o sin cortina, tipo de puertas (madera, metálicas o de vidrio), materiales de paredes, techo y piso.
- Orientación de la instalación: Latitud, longitud.
- Identificar las áreas por su orientación: Norte, Sur, Este y Oeste.
- Identificar las paredes soleadas.

- Hacer las consideraciones pertinentes para determinar el mes del proyecto (mes de máxima insolación).

Procedimiento:

Para el desarrollo del cálculo de cargas térmicas según el manual de aire acondicionado de Carrier, las tablas utilizadas en este apartado se encuentran en el **ANEXO 2** del presente documento.

1. Cálculo de la ganancia de calor por radiación

Nota: Este cálculo solo se realiza en las paredes soleadas.

$$Q_{radiacion} = \frac{q}{A}(A)f_c f_s f_A$$

- $\frac{q}{A}$: Máxima insolación, Tabla A 2
- A : Áreas de ventanas.
- f_c : Factor de corrección por marco metálico de ventanas (Tabla A 2), este factor corresponde a la siguiente ecuación:

$$f_c = \frac{1}{0.85} (1 + 0.7\% * \text{cada } 300m) = \frac{1}{0.85} \left(1 + 0.7\% * \frac{\text{m. s. n. m del lugar}}{300} \right)$$

- f_s : Factor de sombra de ventanas, Tabla A 4.
- f_A : Factor de almacenamiento, Tabla A 1.

Este factor se determina a partir del peso de la estructura de la instalación, que sigue la siguiente formula:

$$\text{peso de la estructura} = \frac{\text{peso de paredes} + \text{peso de techo} + \text{piso}}{\text{area de piso}}$$

En base a este cálculo corresponde ver el valor de f_A en Tabla A 1. Los pesos de los materiales de construcción como lo son las paredes, techo y piso se obtienen de la Tabla A 7 y se determinan

considerando el tipo de elemento o material del cual están hechos, el espesor de los mismo y el acabado que tengan.

Este calor por radiación corresponde solo para las áreas de ventanas expuestas a radiación, es decir, las ventanas en la pared soleada.

2. Calculando las ganancias de calor por conducción o transmisión

$$Q_{trans} = KA\Delta T$$

- Q_{trans} : Flujo de calor por transmisión.
- K : Coeficiente global de transmisión para: Ventas, puertas, techo y piso. Este coeficiente se determina a partir de cada tipo de materia y a las características del mismo; para lo que corresponde a techo y piso se tiene la Tabla A 7 y lo que corresponde a las ventanas y puertas la Tabla A 8.
- A : Áreas consideradas individualmente (Ventanas, puertas, techo y piso).
- ΔT : Diferencia de temperaturas equivalente.

Que su cálculo procede de:

$$\Delta t_s = a + \Delta t_{es} + \frac{bR_s}{R_m} (\Delta t_{em} - \Delta t_{es})$$

- a : Corrección según Tabla A 6, en base la diferencia de temperaturas entre el ambiente de la pared soleada con la temperatura de diseño para el área a climatizar.
- Δt_{es} : Diferencia equivalente de temperatura a la hora considerada para la pared a la sombra, Tabla A 5.
- Δt_{em} : Diferencia equivalente de temperatura a la hora considerada para la pared soleada, Tabla A 5.

- b : Coeficiente que considera el color de la cara exterior de la pared: Paredes de color oscuro $b=1$, paredes de color medio $b=0.78$ y para paredes de color claro $b=0.55$.
- R_s : Máxima insolación, correspondiente al mes y latitud supuestos, a través de una superficie acristalada vertical para la orientación considerada (en el caso de pared). Tabla A 2.
- R_m : Máxima insolación en el mes de Julio, a 40° de latitud Norte, a través de una superficie acristalada, vertical, para la orientación considerada (pared). Tabla A 3.

Para las áreas a la sombra: $\Delta t_s = a + \Delta t_{es}$

Este calor por transmisión se calcula individualmente para cada área con su respectiva orientación (Norte, Sur, Este y Oeste), tanto para ventanas, puertas, techo y piso. (Carrier, 1980)

3. Ganancias debidas a la ventilación por persona

$$Q_{vent} = (\# \text{ de personas}) * \dot{V} \rho C_p (T_1 - T_2)$$

- Q_{vent} : Ganancia de calor debido a ventilación por persona.
- $\# \text{ de personas}$ = número de personas que están y transitan en la instalación a climatizar.
- \dot{V} : flujo volumétrico por persona según Tabla A 11 en base al tipo de instalación.
- ρ : Densidad del aire.
- C_p : Calor específico.
- T_1 : Temperatura de bulbo seco del exterior.
- T_2 : Temperatura de bulbo seco del interior.

4. Ganancias debidas a condición de las personas

Se toma en cuenta calor latente y sensible para las siguientes condiciones Tabla A 10:

- Personas sentadas
- Personas paradas
- Personas caminando

Según la condición de las personas enlistadas con anterioridad se tiene la siguiente ecuación:

$$Q_{pers} = (\# \text{ de personas}) \times (Q_{latente} + Q_{sensible})$$

- Q_{pers} : Ganancia de calor debida a las personas
- $Q_{latente}$: Calor latente según condición.
- $Q_{sensible}$: Calor sensible según condición.

5. Ganancia de calor por área iluminada

$$Q_{ilum} = A * Pot_{lx}$$

- Q_{ilum} : Ganancia de calor por iluminación
- A : Área de piso iluminado
- Pot_{lx} : Potencia máxima de iluminación ($\frac{W}{m^2}$). Este factor de potencia máxima de iluminación depende del factor de eficiencia energética de la luminaria (Tabla A 9) requerida para cada tipo de instalación por metro cuadrado y la luminosidad de la luminaria instalada.

$$Pot_{lx} = E * lux$$

6. Ganancia de calor por equipos electrónicos

Sigue la siguiente formula:

$$Q_{equi} = (\# \text{ de equipos}) \times \text{Ganancia de calor}$$

En base a los siguientes tipos de equipos electrónicos:

- Computadora
- Fotocopiador
- Impresora
- Oasis
- Laptop
- Televisor
- Cafetera
- Horno Tostador
- Router
- Refrigerador
- Microondas
- UPS, etc.

7. Ganancia de calor total

Esta ganancia es la suma de todas las aportaciones de calor antes mencionadas, en Kcal/h; esta servirá para determinar la capacidad que deben tener los aires acondicionados (Toneladas de refrigeración) para los requerimientos de las instalaciones de interés y se representa en base a la siguiente ecuación:

$$Q_T = Q_{rad} + Q_{trans} + Q_{vent} + Q_{pers} + Q_{ilum} + Q_{equi}$$

Debido a estas aportaciones de calor, se obtiene lo que corresponde a la capacidad del equipo de aire acondicionado en toneladas de refrigeración ($TR = 0.0003306 \cdot Kcal/h$) o en la unidad de medida de calor en británico ($BTU = 3.9683 \cdot Kcal/h$) y considerando un factor de seguridad del 30% para espacios que no comparten zonas climatizadas y un 20% en zonas con espacios que comparten área climatizada, este factor es debido a la consideración de cargas futuras en las instalaciones y a continuación, se representa dicha capacidad mediante la siguiente formula:

$$C_{RF} = (130 \text{ ó } 120)\% * \text{factor de conversion} * Q_T$$

2.1.4 Determinación de cargas térmicas del edificio

Datos generales

- Clima y datos históricos del tiempo en San Salvador

Para la determinación de las cargas térmicas, se hace necesario contar con el historial de temperaturas para establecer el mes del año con máxima insolación o mes en el cual la temperatura fue máxima, dichos datos de temperatura se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 2.1-2 Clima y datos históricos. Fuente: (Climate-data, s.f.)

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Temperatura media (°C)	22.8	23.2	24.3	25	24.6	23.4	23.9	23.7	23.2	23.2	22.6	22.4
Temperatura mín. (°C)	15	15	16.2	17.7	18.4	18	17.7	17.7	17.8	17.6	16.4	15.3
Temperatura máx. (°C)	30.6	31.4	32.5	32.3	30.9	28.9	30.2	29.8	28.7	28.8	28.8	29.5
Temperatura media (°F)	73.0	73.8	75.7	77.0	76.3	74.1	75.0	74.7	73.8	73.8	72.7	72.3
Temperatura mín. (°F)	59.0	59.0	61.2	63.9	65.1	64.4	63.9	63.9	64.0	63.7	61.5	59.5
Temperatura máx. (°F)	87.1	88.5	90.5	90.1	87.6	84.0	86.4	85.6	83.7	83.8	83.8	85.1
Precipitación (mm)	6	5	12	58	165	308	334	321	350	228	36	10

Los equipos utilizados para el desarrollo de esta etapa fueron: Termómetro, higrómetro, luxómetro y GPS. Por consiguiente, los parámetros necesarios para la determinación de la capacidad de los equipos de aire acondicionado, se muestran a continuación:

- **Mes del proyecto:** marzo
- **Hora del proyecto:** 14:00
- **Temperatura máxima exterior:** 33°C
- **Temperatura de diseño:** 23°C
- **Temperatura de bulbo seco exterior:** 33°C
- **Temperatura de bulbo seco interior:** 29°C
- **Pared soleada:** Norte
- **Pared en sombra:** Sur
- **Ubicación:** 13°43'9''N; 089°12'4''W
- **Altitud:** 698 m.s.n.m

Nota: Los datos obtenidos para la determinación de cargas térmicas son en base a memoria de cálculo.

Auditorio

- Ganancia de calor por radiación

$$Q_{radiacion} = \frac{q}{A} (A) f_c f_s f_A$$

Determinación de máxima insolación:

Para la Latitud 10° N, mes del proyecto marzo y máxima insolación a las 14:00 horas y pared soleada Norte, se utiliza la Tabla A 2 y se obtiene un valor de 38 Kcal/h*m²

Determinación de Áreas de ventanas:

Con base al plano suministrado, se determina un área de ventana expuesta a radiación debido a la ubicación de la pared soleada de 12 m².

Tabla 2.1-4 Cálculo del peso del techo y piso en el auditorio. Fuente: Propia

Cálculo del peso del techo y piso					
	l (m)	h (m)	Área (m ²)	Peso (kg/m ²)	Peso (kg)
2	23.33	15	699.90	342	239365.80
Total					239365.80

Peso de la estructura = **1158.22 kg/m²**

Debido a peso de la estructura y en base a la Tabla A 1, se tiene un $F_A=0.73$ y por lo consiguiente el cálculo de ganancias de calor por radiación en kcal/h:

Tabla 2.1-5 Calculo de calor por radiación en el auditorio. Fuente: Propia

Calor por radiación		
Parámetros	Valor	Q r (kcal/h)
q/A	38	295.60
A venta	12	
Fc	1.2	
Fs	0.74	
Fa	0.73	

- Ganancia de calor por transmisión

$$Q_{trans} = UA\Delta T$$

Para el cálculo de esta aportación de calor al recinto, es necesario determinar el coeficiente de transferencia global correspondiente a cada tipo de material, por lo que se tiene:

- Paredes de 30 cm de espesor de ladrillo macizo ordinario y con repello de 15 mm, en base a la Tabla A 7 se obtiene un valor de $U_p=1.32$.

- Para piso y techo o losa se tiene hormigón vertido con una densidad de 2550 kg/m^3 , con un espesor de 15 cm y con repello ligero de 15 mm de espesor, en base a la Tabla A 7 se obtiene un valor de $U_{pt}=2.83$.
- En base a la Tabla A 8 se obtienen los valores del coeficiente de transferencia global para ventanas de vidrio sencillo y de chasis simple de $U_v=5.5$; y para puertas de un espesor de 3.8 cm $U_{pr}=2.6$.

Las áreas de los elementos antes mencionados se determinan en base a los planos proporcionados por la institución, la diferencia de temperatura equivalente se determina en base a los siguientes parámetros:

$$\Delta t_s = a + \Delta t_{es} + \frac{bR_s}{R_m} (\Delta t_{em} - \Delta t_{es})$$

a : factor que es determinado con la diferencia de la máxima temperatura en el exterior ($T_{\text{exterior}} = 33^\circ\text{C}$) y la temperatura de diseño requerida para el área a climatizar ($T_{\text{diseño}} = 23^\circ\text{C}$), en base a la Tabla A 6 se obtiene un valor de 0.3.

Δt_{es} : considerando el peso de las paredes (586 kg/m^2), la hora del proyecto (14:00 horas) y la pared a la sombra (pared Sur), en base a la Tabla A 5 se obtiene un valor de 0.63.

Δt_{em} : considerando el peso de las paredes (586 kg/m^2), la hora del proyecto (14:00 horas) y la pared soleada (pared Norte), en base a la Tabla A 5 se obtiene un valor de 4.77.

b : para paredes externas de color crema, se determina un valor de 0.55.

R_s : Para la Latitud 10° N , mes del proyecto marzo y máxima insolación a las 14:00 horas y pared soleada Norte, se utiliza la Tabla A 2 y se obtiene un valor de $38 \text{ Kcal/h}\cdot\text{m}^2$.

R_m : Para las 14:00 horas y pared soleada Norte, se utiliza la Tabla A 3 y se obtiene un valor de 38 kcal/h*m².

Por lo tanto, se obtiene el valor de la temperatura equivalente tanto para los elementos soleados y a la sombra:

Tabla 2.1-6 Temperatura equivalente en el auditorio. Fuente: Propia

Temperatura equivalente			
a	0.3	ΔTes (°C)	0.63
b	0.55	Rs	38
Rm	38	ΔTem (°C)	4.77
Teq (°C)		3.21 °C	

A continuación, se prosigue a la determinación de ganancias de calor por transmisión:

Tabla 2.1-7 Ganancias de calor por transmisión en el auditorio. Fuente: Propia

Calor por transmisión				
Paredes				
Orientación	U (kcal/h.m ² .°C)	A (m ²)	ΔT (°C)	Q (kcal/h)
Norte	1.32	92.38	3.21	391.06
Sur TR	1.32	92.38	0.93	113.40
Este	1.32	45.02	0.93	55.27
Oeste	1.32	46.35	0.93	56.90
			Total	616.63
Ventanas				
Orientación	U (kcal/h.m ² .°C)	A (m ²)	ΔT (°C)	Q (kcal/h)
Norte	5.5	12	3.21	211.66

Sur TR	5.5	12	0.93	61.38
			Total	273.04
Puertas				
Orientación	U (kcal/h.m ² .°C)	A (m ²)	ΔT (°C)	Q (kcal/h)
Norte	2.6	3.99	3.21	33.27
Sur TR	2.6	3.99	0.93	9.65
Oeste	2.6	8.4	0.93	20.31
			Total	63.23
techo y piso				
Orientación	U (kcal/h.m ² .°C)	A (m ²)	ΔT (°C)	Q (kcal/h)
Techo	2.83	699.9	0.93	1842.07
			Total	1842.07

El total de las ganancias por transmisión de todos los elementos considerados es de:

$$Q_{trans} = 2794.97 \text{ kcal/h}$$

- Ganancias de calor debido a la ventilación por persona

$$Q_{vent} = (\# \text{ de personas}) * \dot{V} \rho C_p (T_1 - T_2)$$

El número de personas es de 203, considerando máxima capacidad, el valor de flujo volumétrico por persona es de 45 m³/h*prs según Tabla A 11, con una densidad del aire de 1.22 m³/kg, con un calor específico del aire de 1.005 kJ/kg*°C, temperatura de bulbo seco exterior de 33°C y una temperatura interior de 29°C, se obtiene:

$$Q_{vent} = 10718.11 \text{ kcal/h}$$

- Ganancias debidas a condición de las personas

El calor sensible y latente depende de la condición en la cual se encuentra cada persona, en el grado de la actividad, en el tipo de aplicación y la temperatura del área climatizada (Tabla A 10):

Tabla 2.1-8 Ganancias de calor por personas en el auditorio. Fuente: Propia

Calor por persona				
Condición	Cantidad	Q sensible (kcal/h)	Q latente (kcal/h)	Sub total (kcal/h)
Sentadas	200	61	52	22600
Paradas	1	64	62	126
Caminando	2	96	156	504
			Total	23230

- Ganancia de calor por área iluminada

Para la determinación de la potencia máxima de iluminación, se utiliza la Tabla A 9 que expone los valores de eficiencia energética (E) para los tipos de instalación de luminarias.

$$Q_{ilum} = A * Pot_{lx}$$

$$Pot_{lx} = E * lux = 9.05 \frac{W}{m^2}$$

$$Q_{ilum} = 2723.85 \frac{kcal}{h}$$

- Ganancia de calor por equipos electrónicos

Tabla 2.1-9 Ganancias de calor por equipos electrónicos en el auditorio.
Fuente: Propia

Equipo	Cantidad	Ganancia Q (kcal/h)	Sub Total (kcal/h)
Laptop	10	257.04	2570.37
Televisor	2	126.00	252.00
Proyector	1	503.99	503.99
		Total	3326.36 kcal/h

- Ganancia de calor total

$$Q_T = 43,182.02 \frac{kcal}{h}$$

$$Q_T = 14.25 TR$$

Debido a todas las aportaciones de calor consideradas, se obtiene la capacidad del equipo de aire acondicionado:

$$C_{RF} = 18.52 TR$$

Sala de proyecciones

- Ganancia de calor por radiación

$$Q_{radiacion} = \frac{q}{A}(A)f_c f_s f_A = 0$$

Nota: El calor por radiación es CERO debido a que esta zona se encuentra totalmente en sombra, por lo que no tiene ventanas expuestas a los rayos del sol.

- Ganancia de calor por transmisión

$$Q_{trans} = UA\Delta T$$

Para el cálculo de esta aportación de calor al recinto, es necesario determinar el coeficiente de transferencia global correspondiente a cada tipo de material, por lo que se tiene:

- Paredes de 20 cm de espesor de ladrillo macizo ordinario y con repello de 15 mm, en base a la Tabla A 7 se obtiene un valor de $U_p=1.71$.
- Para piso y techo o losa se tiene hormigón vertido con una densidad de 2550 kg/m^3 , con un espesor de 15 cm y con repello ligero de 15 mm de espesor, en base a la Tabla A 7 se obtiene un valor de $U_{pt}=2.83$.
- En base a la Tabla A 8 se obtienen los valores del coeficiente de transferencia global para ventanas de vidrio sencillo y de chasis simple de $U_v=5.5$; y para puertas de un espesor de 3.8 cm $U_{pr}=2.6$.

Las áreas de los elementos antes mencionados se determinan en base a los planos proporcionados por la institución, la diferencia de temperatura equivalente en sombra se determina en base a los siguientes parámetros:

$$\Delta t_s = a + \Delta t_{es}$$

a : factor que es determinado con la diferencia de la máxima temperatura en el exterior ($T_{\text{exterior}} = 33^\circ\text{C}$) y la temperatura de diseño requerida para el área a climatizar ($T_{\text{diseño}} = 23^\circ\text{C}$), en base a la Tabla A 6 se obtiene un valor de 0.3.

Δt_{es} : considerando el peso de las paredes (391 kg/m^2), la hora del proyecto (14:00 horas) y la pared a la sombra (pared Sur), en base a la Tabla A 5 se obtiene un valor de 2.3.

Por lo tanto, se obtiene el valor de la temperatura equivalente para los elementos a la sombra:

$$\Delta t_s = 2.6$$

A continuación, se prosigue a la determinación de ganancias de calor por transmisión:

Tabla 2.1-10 Ganancias de calor por transmisión en sala de proyecciones. Fuente: Propia

Calor por transmisión				
paredes				
Orientación	U (kcal/h.m ² .°C)	A (m ²)	ΔT (°C)	Q (kcal/h)
Norte	1.71	7.77	2.6	34.55
Sur TR	1.71	7.77	2.6	34.55
Este	1.71	9.04	2.6	40.19
Oeste	1.71	7.42	2.6	32.99
			Total	142.27
ventanas				
Orientación	U (kcal/h.m ² .°C)	A (m ²)	ΔT (°C)	Q (kcal/h)
Este	5.5	0.48	2.6	6.86
			Total	6.86
puertas				
Orientación	U (kcal/h.m ² .°C)	A (m ²)	ΔT (°C)	Q (kcal/h)
Oeste	2.6	2.1	2.6	14.20
			Total	14.20
techo y piso				
Orientación	U (kcal/h.m ² .°C)	A (m ²)	ΔT (°C)	Q (kcal/h)
Techo	2.83	12.0768	2.6	88.86
			Total	88.86

El total de las ganancias por transmisión de todos los elementos considerados es de:

$$Q_{trans} = 252.19 \text{ kcal/h}$$

- Ganancias de calor debido a la ventilación por persona

$$Q_{vent} = (\# \text{ de personas}) * \dot{V} \rho C_p (T_1 - T_2)$$

El número de personas es de 2, el valor del flujo volumétrico por persona es de 45 m³/h*prs según Tabla A 11, con una densidad del aire de 1.22 m³/kg, con un calor específico del aire de 1.005 kJ/kg*°C, temperatura de bulbo seco exterior de 33°C y una temperatura interior de 29°C, se obtiene:

$$Q_{vent} = 105.60 \text{ Kcal/h}$$

- Ganancias debidas a condición de las personas

El calor sensible y latente depende de la condición en la cual se encuentra cada persona, en el grado de la actividad, en el tipo de aplicación y la temperatura del área climatizada (Tabla A 10):

Tabla 2.1-11 Ganancias de calor por personas en sala de proyecciones. Fuente: Propia

Calor por persona				
Condición	Cantidad	Q sensible (kcal/h)	Q latente (kcal/h)	Sub total (kcal/h)
Sentadas	1	61	52	113
Paradas	1	64	62	126
Caminando		96	156	0
			Total	239 kcal/h

- Ganancia de calor por área iluminada

Para la determinación de la potencia máxima de iluminación, se utiliza la Tabla A 9 que expone los valores de eficiencia energética (E) para los tipos de instalación de luminarias.

$$Q_{ilum} = A * Pot_{lx}$$

$$Pot_{lx} = E * lux = 9.00 \text{ W/m}^2$$

$$Q_{ilum} = 46.73 \frac{\text{kcal}}{\text{h}}$$

- Ganancia de calor por equipos electrónicos

Tabla 2.1-12 Ganancias de calor por equipos electrónicos en sala de proyecciones.
Fuente: Propia

Equipo	Cantidad	Ganancia Q (kcal/h)	Sub Total (kcal/h)
Computadora	2	257.04	514.07
Laptop	1	257.04	257.04
Ups	2	126.00	252.00
		Total	1023.11 kcal/h

- Ganancia de calor total

$$Q_T = 1,666.63 \frac{\text{kcal}}{\text{h}}$$

$$Q_T = 0.55 TR$$

Debido a todas las aportaciones de calor consideradas, se obtiene la capacidad del equipo de aire acondicionado:

$$C_{RF} = 0.72 TR$$

Aula 1

- Ganancia de calor por radiación

$$Q_{radiacion} = \frac{q}{A} (A) f_c f_s f_A$$

Determinación de máxima insolación:

Para la Latitud 10° N, mes del proyecto marzo y máxima insolación a las 14:00 horas y pared soleada Norte, se utiliza la Tabla A 2 y se obtiene un valor de 38 kcal/h*m²

Determinación de Áreas de ventanas:

Con base al Plano suministrado, se determina un área de ventana expuesta a radiación debido a la ubicación de la pared soleada de 2.774 m²

Determinación de F_c:

Factor de corrección por marco metálico debido a la ubicación de la instalación con respecto al nivel del mar y se tiene:

$$f_c = \frac{1}{0.85} \left(1 + 0.7\% * \frac{m.s.n.m \text{ del lugar}}{300} \right) = 1.2$$

Determinación de F_s:

Para un tipo de vidrio sencillo y cortinas o persianas de color oscuro, en base a la Tabla A 4 se tiene un valor para F_s= 0.74

Determinación de F_A:

Para la determinación del factor de almacenamiento será necesario el cálculo pertinente del peso de la estructura que corresponde exclusivamente a

los materiales de construcción y que corresponde a las paredes, techo y piso; así como se muestra a continuación:

Tabla 2.1-13 Cálculo del peso de paredes en el aula 1. Fuente: Propia

Cálculo del peso de la Pared								
Pared	l (m)	h(m)	V y P (m²)	Área (m²)	Peso (kg/m²)	espesor (mm)	peso de repello (kg)	Peso (kg)
Norte	4.35	2.8	2.774	9.41	391	15	15	3818.84
Sur	4.35	2.8	2.1	10.08	391	15	15	4092.48
Este	6.32	2.8	0	17.71	391	15	15	7189.69
Oeste	6.32	2.8	0	17.71	391	15	15	7189.69
Total								22290.70

Tabla 2.1-14 Cálculo del peso del techo y piso en el aula 1. Fuente: Propia

Cálculo del peso del techo y piso					
	l (m)	h(m)	Área (m²)	Peso (kg/m²)	Peso (kg)
2	4.35	6.3245	55.02	342	18817.92
Total					18817.92

Peso de la estructura = **1494.23 kg/m²**

Debido a peso de la estructura y en base a la Tabla A 1, se tiene un $F_A=0.73$ y por lo consiguiente el cálculo de ganancias de calor por radiación en Kcal/h:

Tabla 2.1-15 Cálculo de calor por radiación en el aula 1. Fuente: Propia

Calor por radiación		
parámetros	valor	Q r
q/A	38	68.33 kcal/h
A venta	2.774	
Fc	1.2	
Fs	0.74	
Fa	0.73	

- Ganancia de calor por transmisión

$$Q_{trans} = UA\Delta T$$

Para el cálculo de esta aportación de calor al recinto, es necesario determinar el coeficiente de transferencia global correspondiente a cada tipo de material, por lo que se tiene:

- Paredes de 20 cm de espesor de ladrillo macizo ordinario y con repello de 15 mm, en base a la Tabla A 7 se obtiene un valor de $U_p=1.71$.
- Para piso y techo o losa se tiene hormigón vertido con una densidad de 2550 kg/m^3 , con un espesor de 15 cm y con repello ligero de 15 mm de espesor, en base a la Tabla A 7 se obtiene un valor de $U_{pt}=2.83$.
- En base a la Tabla A 8 se obtienen los valores del coeficiente de transferencia global para ventanas de vidrio sencillo y de chasis simple de $U_v=5.5$; y para puertas de un espesor de 3.8 cm $U_{pr}=2.6$.

Las áreas de los elementos antes mencionados se determinan en base a los planos proporcionados por la institución, la diferencia de temperatura equivalente se determina en base a los siguientes parámetros:

$$\Delta t_s = a + \Delta t_{es} + \frac{bR_s}{R_m} (\Delta t_{em} - \Delta t_{es})$$

a : factor que es determinado con la diferencia de la máxima temperatura en el exterior ($T_{\text{exterior}} = 33^{\circ}\text{C}$) y la temperatura de diseño requerida para el área a climatizar ($T_{\text{diseño}} = 23^{\circ}\text{C}$), en base a la Tabla A 6 se obtiene un valor de 0.3.

Δt_{es} : considerando el peso de las paredes (391 kg/m^2), la hora del proyecto (14:00 horas) y la pared a la sombra (pared Sur), en base a la Tabla A 5 se obtiene un valor de 2.3.

Δt_{em} : considerando el peso de las paredes (391 kg/m^2), la hora del proyecto (14:00 horas) y la pared soleada (pared Norte), en base a la Tabla A 5 se obtiene un valor de 10.3.

b : para paredes externas de color crema, se determina un valor de 0.55.

R_s : Para la Latitud 10° N, mes del proyecto marzo y máxima insolación a las 14:00 horas y pared soleada Norte, se utiliza la Tabla A 2 y se obtiene un valor de $38 \text{ Kcal/h}\cdot\text{m}^2$.

R_m : Para las 14:00 horas y pared soleada Norte, se utiliza la Tabla A 3 y se obtiene un valor de $38 \text{ kcal/h}\cdot\text{m}^2$.

Por lo tanto, se obtiene el valor de la temperatura equivalente tanto para los elementos soleados y a la sombra:

Tabla 2.1-16 Temperatura equivalente en el aula 1. Fuente: Propia

temperatura equivalente			
a	0.3	$\Delta T_{es} (^{\circ}\text{C})$	2.3
b	0.55	R_s	38
R_m	38	$\Delta T_{em} (^{\circ}\text{C})$	10.3
$T_{eq} (^{\circ}\text{C})$		7.00 ($^{\circ}\text{C}$)	

A continuación, se prosigue a la determinación de ganancias de calor por transmisión:

Tabla 2.1-17 Ganancias de calor por transmisión en el aula 1. Fuente: Propia

Calor por transmisión				
paredes				
Orientación	U (kcal/h.m ² .°C)	A (m ²)	ΔT (°C)	Q (kcal/h)
Norte	1.71	9.41	7	112.59
Sur TR	1.71	10.08	2.60	44.82
Este	1.71	17.71	2.6	78.73
Oeste	1.71	17.71	2.6	78.73
			Total	314.87
ventanas				
Orientación	U (kcal/h.m ² .°C)	A (m ²)	ΔT (°C)	Q (kcal/h)
Norte	5.5	2.774	7	106.80
			Total	106.80
puertas				
Orientación	U (kcal/h.m ² .°C)	A (m ²)	ΔT (°C)	Q (kcal/h)
Sur TR	2.6	2.1	2.6	14.20
			Total	14.20
techo y piso				
Orientación	U (kcal/h.m ² .°C)	A (m ²)	ΔT (°C)	Q (kcal/h)
Techo	2.83	55.02315	2.6	404.86
			Total	404.86

El total de las ganancias por transmisión de todos los elementos considerados es de:

$$Q_{trans} = 840.73 \text{ kcal/h}$$

- Ganancias de calor debido a la ventilación por persona

$$Q_{vent} = (\# \text{ de personas}) * \dot{V} \rho C_p (T_1 - T_2)$$

El número de personas es de 15, considerando máxima capacidad, el valor de flujo volumétrico por persona es de 45 m³/h*prs según Tabla A 11, con una densidad del aire de 1.22 m³/kg, con un calor específico del aire de 1.005 kJ/kg*°C, temperatura de bulbo seco exterior de 33°C y una temperatura interior de 29°C, se obtiene:

$$Q_{vent} = 791.98 \text{ kcal/h}$$

- Ganancias debidas a condición de las personas

El calor sensible y latente depende de la condición en la cual se encuentra cada persona, en el grado de la actividad, en el tipo de aplicación y la temperatura del área climatizada (Tabla A 10):

Tabla 2.1-18 Ganancias de calor por personas en el aula 1. Fuente: Propia

Calor por persona				
Condición	cantidad	Q sensible (kcal/h)	Q latente (kcal/h)	Sub total (kcal/h)
Sentadas	14	61	52	1582
Paradas		64	62	0
Caminando	1	96	156	252
			Total	1834 kcal/h

- Ganancia de calor por área iluminada

Para la determinación de la potencia máxima de iluminación, se utiliza la Tabla A 9 que expone los valores de eficiencia energética (E) para los tipos de instalación de luminarias.

$$Q_{ilum} = A * Pot_{lx}$$

$$Pot_{lx} = E * lux = 12.70 \text{ W/m}^2$$

$$Q_{ilum} = 300.41 \frac{\text{Kcal}}{\text{h}}$$

- Ganancia de calor por equipos electrónicos

Tabla 2.1-19 Ganancias de calor por equipos electrónicos en el aula 1. Fuente: Propia

Equipo	Cantidad	Ganancia Q (kcal/h)	Sub Total (kcal/h)
Laptop	7	257.04	1799.26
Televisor	1	126.00	126.00
Proyector	1	503.99	503.99
		Total	2429.25 Kcal/h

$$Q_{equi} = 2429.25 \frac{\text{Kcal}}{\text{h}}$$

- Ganancia de calor total

$$Q_T = 6,264.69 \frac{\text{Kcal}}{\text{h}}$$

$$Q_T = 2.07 \text{ TR}$$

Debido a todas las aportaciones de calor consideradas, se obtiene la capacidad del equipo de aire acondicionado:

$$C_{RF} = 2.49 \text{ TR}$$

Aula 2

- Ganancia de calor por radiación

$$Q_{radiacion} = \frac{q}{A} (A) f_c f_s f_A$$

Nota: El calor por radiación es CERO debido a que esta zona se encuentra totalmente en sombra, por lo que no tiene ventanas expuestas a los rayos del sol.

- Ganancia de calor por transmisión

$$Q_{trans} = UA\Delta T$$

Para el cálculo de esta aportación de calor al recinto, es necesario determinar el coeficiente de transferencia global correspondiente a cada tipo de material, por lo que se tiene:

- Paredes de 20 cm de espesor de ladrillo macizo ordinario y con repello de 15 mm, en base a la Tabla A 7 se obtiene un valor de $U_p=1.71$.
- Para piso y techo o losa se tiene hormigón vertido con una densidad de 2550 kg/m^3 , con un espesor de 15 cm y con repello ligero de 15 mm de espesor, en base a la Tabla A 7 se obtiene un valor de $U_{pt}=2.83$.
- En base a la Tabla A 8 se obtienen los valores del coeficiente de transferencia global para ventanas de vidrio sencillo y de chasis simple de $U_v=5.5$; y para puertas de un espesor de 3.8 cm $U_{pr}=2.6$.

Las áreas de los elementos antes mencionados se determinan en base a los planos proporcionados por la institución, la diferencia de temperatura equivalente se determina en base a los siguientes parámetros:

$$\Delta t_s = a + \Delta t_{es}$$

α : factor que es determinado con la diferencia de la máxima temperatura en el exterior ($T_{\text{exterior}} = 33^{\circ}\text{C}$) y la temperatura de diseño requerida para el área a climatizar ($T_{\text{diseño}} = 23^{\circ}\text{C}$), en base a la Tabla A 6 se obtiene un valor de 0.3.

Δt_{es} : considerando el peso de las paredes (391 kg/m^2), la hora del proyecto (14:00 horas) y la pared a la sombra (pared Sur), en base a la Tabla A 5 se obtiene un valor de 2.3.

Por lo tanto, se obtiene el valor de la temperatura equivalente para los elementos a la sombra:

$$\Delta t_s = 2.6$$

A continuación, se prosigue a la determinación de ganancias de calor por transmisión:

Tabla 2.1-20 Ganancias de calor por transmisión en el aula 2. Fuente: Propia

Calor por transmisión				
paredes				
Orientación	U (kcal/h.m ² .°C)	A (m ²)	ΔT (°C)	Q (kcal/h)
Norte	1.71	10.29	2.6	45.75
Sur TR	1.71	9.62	2.60	42.75
Este	1.71	16.45	2.6	73.14
Oeste	1.71	16.45	2.6	73.14
			Total	234.78
ventanas				
Orientación	U (kcal/h.m ² .°C)	A (m ²)	ΔT (°C)	Q (kcal/h)
Sur TR	5.5	2.774	2.6	39.67
			Total	39.67
puertas				

Orientación	U	A (m ²)	ΔT (°C)	Q (kcal/h)
Norte	2.6	2.1	2.6	14.20
			Total	14.20
techo y piso				
Orientación	U	A (m ²)	ΔT (°C)	Q (kcal/h)
Techo	2.83	51.99552	2.6	382.58
			Total	382.58

El total de las ganancias por transmisión de todos los elementos considerados es de:

$$Q_{trans} = 671.23 \text{ kcal/h}$$

- Ganancias de calor debido a la ventilación por persona

$$Q_{vent} = (\# \text{ de personas}) * \dot{V} \rho C_p (T_1 - T_2)$$

El número de personas es de 15, considerando máxima capacidad, el valor de flujo volumétrico por persona es de 45 m³/h*prs según Tabla A 11, con una densidad del aire de 1.22 m³/kg, con un calor específico del aire de 1.005 kJ/kg*°C, temperatura de bulbo seco exterior de 33°C y una temperatura interior de 29°C, se obtiene:

$$Q_{vent} = 791.98 \text{ kcal/h}$$

- Ganancias debidas a condición de las personas

El calor sensible y latente depende de la condición en la cual se encuentra cada persona, en el grado de la actividad, en el tipo de aplicación y la temperatura del área climatizada (Tabla A 10):

Tabla 2.1-21 Ganancias de calor por personas en el aula 2. Fuente: Propia

Calor por persona				
Condición	Cantidad	Q sensible (kcal/h)	Q latente (kcal/h)	Sub total (kcal/h)
Sentadas	13	61	52	1469
Paradas	1	64	62	126
Caminando	1	96	156	252
			Total	1847 kcal/h

- Ganancia de calor por área iluminada

Para la determinación de la potencia máxima de iluminación, se utiliza la Tabla A 9 que expone los valores de eficiencia energética (E) para los tipos de instalación de luminarias.

$$Q_{ilum} = A * Pot_{lx}$$

$$Pot_{lx} = E * lux = 9.45 W/m^2$$

$$Q_{ilum} = 211.21 \frac{Kcal}{h}$$

- Ganancia de calor por equipos electrónicos

Tabla 2.1-22 Ganancias de calor por equipos electrónicos en el aula 2. Fuente: Propia

Equipo	Cantidad	Ganancia Q (kcal/h)	Sub Total (kcal/h)
Laptop	7	257.04	1799.26
Proyector	1	503.99	503.99
		Total	2303.25 Kcal/h

- Ganancia de calor total

$$Q_T = 5,824.67 \frac{Kcal}{h}$$

$$Q_T = 1.93 TR$$

Debido a todas las aportaciones de calor consideradas, se obtiene la capacidad del equipo de aire acondicionado:

$$C_{RF} = 2.31 TR$$

Aula 3

- Ganancia de calor por radiación

$$Q_{radiacion} = \frac{q}{A} (A) f_c f_s f_A$$

Nota: El calor por radiación es CERO debido a que esta zona se encuentra totalmente en sombra, por lo que no tiene ventanas expuestas a los rayos del sol.

- Ganancia de calor por transmisión

$$Q_{trans} = UA\Delta T$$

Para el cálculo de esta aportación de calor al recinto, es necesario determinar el coeficiente de transferencia global correspondiente a cada tipo de material, por lo que se tiene:

- Paredes de 20 cm de espesor de ladrillo macizo ordinario y con repello de 15 mm, en base a la Tabla A 7 se obtiene un valor de $U_p=1.71$ y pared SUR de 40 cm $U_p=1.12$.

- Para piso y techo o losa se tiene hormigón vertido con una densidad de 2550 kg/m^3 , con un espesor de 15 cm y con repello ligero de 15 mm de espesor, en base a la Tabla A 7 se obtiene un valor de $U_{pt}=2.83$.
- En base a la Tabla A 8 se obtienen los valores del coeficiente de transferencia global para ventanas de vidrio sencillo y de chasis simple de $U_v=5.5$; y para puertas de un espesor de 3.8 cm $U_{pr}=2.6$.

Las áreas de los elementos antes mencionados se determinan en base a los planos proporcionados por la institución, la diferencia de temperatura equivalente se determina en base a los siguientes parámetros:

$$\Delta t_s = a + \Delta t_{es}$$

a : factor que es determinado con la diferencia de la máxima temperatura en el exterior ($T_{\text{exterior}} = 33^\circ\text{C}$) y la temperatura de diseño requerida para el área a climatizar ($T_{\text{diseño}} = 23^\circ\text{C}$), en base a la Tabla A 6 se obtiene un valor de 0.3.

Δt_{es} : considerando el peso de las paredes (781 kg/m^2), la hora del proyecto (14:00 horas) y la pared a la sombra (pared Sur), en base a la Tabla A 5 se obtiene un valor de 0.

Por lo tanto, se obtiene el valor de la temperatura equivalente para los elementos a la sombra:

$$\Delta t_s = 0.3$$

A continuación, se prosigue a la determinación de ganancias de calor por transmisión:

Tabla 2.1-23 Ganancias de calor por transmisión en el aula 3. Fuente: Propia

Calor por transmisión				
paredes				
Orientación	U (kcal/h.m ² .°C)	A (m ²)	ΔT (°C)	Q (kcal/h)
Norte	1.71	10.15	0.3	5.21
Sur TR	1.12	9.48	0.3	3.18
Este	1.71	16.45	0.3	8.44
Oeste	1.71	16.45	0.3	8.44
			Total	25.27
ventanas				
Orientación	U (kcal/h.m ² .°C)	A (m ²)	ΔT (°C)	Q (kcal/h)
Sur TR	5.5	2.774	0.3	4.58
			Total	4.58
puertas				
Orientación	U (kcal/h.m ² .°C)	A (m ²)	ΔT (°C)	Q (kcal/h)
Norte	2.6	2.1	0.3	1.64
			Total	1.64
techo y piso				
Orientación	U (kcal/h.m ² .°C)	A (m ²)	ΔT (°C)	Q (kcal/h)
Techo	2.83	51.408	0.3	43.65
			Total	43.65

El total de las ganancias por transmisión de todos los elementos considerados es de:

$$Q_{trans} = 75.13 \text{ kcal/h}$$

- Ganancias de calor debido a la ventilación por persona

$$Q_{vent} = (\# \text{ de personas}) * \dot{V} \rho C_p (T_1 - T_2)$$

El número de personas es de 19, considerando máxima capacidad, el valor de flujo volumétrico por persona es de 45 m³/h*prs según Tabla A 11, con una densidad del aire de 1.22 m³/kg, con un calor específico del aire de 1.005 kJ/kg*°C, temperatura de bulbo seco exterior de 33°C y una temperatura interior de 29°C, se obtiene:

$$Q_{vent} = 1003.17 \text{ Kcal/h}$$

- Ganancias debidas a condición de las personas

El calor sensible y latente depende de la condición en la cual se encuentra cada persona, en el grado de la actividad, en el tipo de aplicación y la temperatura del área climatizada (Tabla A 10):

Tabla 2.1-24 Ganancias de calor por personas en el aula 3. Fuente: Propia

Calor por persona				
Condición	Cantidad	Q sensible (kcal/h)	Q latente (kcal/h)	Sub total (kcal/h)
Sentadas	17	61	52	1921
Paradas	1	64	62	126
Caminando	1	96	156	252
			Total	2299 kcal/h

- Ganancia de calor por área iluminada

Para la determinación de la potencia máxima de iluminación, se utiliza la Tabla A 9 que expone los valores de eficiencia energética (E) para los tipos de instalación de luminarias.

$$Q_{ilum} = A * Pot_{lx}$$

$$Pot_{lx} = E * lux = 12.70 \text{ W}/m^2$$

$$Q_{ilum} = 280.67 \frac{\text{Kcal}}{h}$$

- Ganancia de calor por equipos electrónicos

Tabla 2.1-25 Ganancias de calor por equipos electrónicos en el aula 3. Fuente: Propia

Equipo	Cantidad	Ganancia Q (kcal/h)	Sub Total (kcal/h)
Laptop	9	257.04	2313.33
Proyector	1	503.99	503.99
		Total	2817.33 Kcal/h

- Ganancia de calor total

$$Q_T = 6,475.30 \frac{\text{Kcal}}{h}$$

$$Q_T = 2.14 \text{ TR}$$

Debido a todas las aportaciones de calor consideradas, se obtiene la capacidad del equipo de aire acondicionado:

$$C_{RF} = 120\% * Q_T = 2.57 \text{ TR}$$

$$C_{RF} = 2.57 \text{ TR}$$

Laboratorio SIG

- Ganancia de calor por radiación

$$Q_{radiacion} = \frac{q}{A} (A) f_c f_s f_A$$

Nota: El calor por radiación es CERO debido a que esta zona se encuentra totalmente en sombra, por lo que no tiene ventanas expuestas a los rayos del sol.

- Ganancia de calor por transmisión

$$Q_{trans} = UA\Delta T$$

Para el cálculo de esta aportación de calor al recinto, es necesario determinar el coeficiente de transferencia global correspondiente a cada tipo de material, por lo que se tiene:

- Paredes de 20 cm de espesor de ladrillo macizo ordinario y con repello de 15 mm, en base a la Tabla A 7 se obtiene un valor de $U_p=1.71$ y pared SUR de 40 cm $U_p=1.12$.
- Para piso y techo o losa se tiene hormigón vertido con una densidad de 2550 kg/m^3 , con un espesor de 15 cm y con repello ligero de 15 mm de espesor, en base a la Tabla A 7 se obtiene un valor de $U_{pt}=2.83$.
- En base a la Tabla A 8 se obtienen los valores del coeficiente de transferencia global para ventanas de vidrio sencillo y de chasis simple de $U_v=5.5$; y para puertas de un espesor de 3.8 cm $U_{pr}=2.6$.

Las áreas de los elementos antes mencionados se determinan en base a los planos proporcionados por la institución, la diferencia de temperatura equivalente se determina en base a los siguientes parámetros:

$$\Delta t_s = a + \Delta t_{es}$$

a : factor que es determinado con la diferencia de la máxima temperatura en el exterior ($T_{\text{exterior}} = 33^\circ\text{C}$) y la temperatura de diseño requerida para el área a climatizar ($T_{\text{diseño}} = 23^\circ\text{C}$), en base a la Tabla A 6 se obtiene un valor de 0.3.

Δt_{es} : considerando el peso de las paredes (781 kg/m^2), la hora del proyecto (14:00 horas) y la pared a la sombra (pared Sur), en base a la Tabla A 5 se obtiene un valor de 0.

Por lo tanto, se obtiene el valor de la temperatura equivalente para los elementos a la sombra:

$$\Delta t_s = 0.3$$

A continuación, se prosigue a la determinación de ganancias de calor por transmisión:

Tabla 2.1-26 Ganancias de calor por transmisión en el laboratorio SIG. Fuente: Propia

Calor por transmisión				
paredes				
Orientación	U (kcal/h.m ² .°C)	A (m ²)	ΔT (°C)	Q (kcal/h)
Norte	1.71	19.60	0.3	10.05
Sur TR	1.12	18.25	0.3	6.13
Este	1.71	16.10	0.3	8.26
Oeste	1.71	16.10	0.3	8.26
			Total	32.71
ventanas				
Orientación	U (kcal/h.m ² .°C)	A (m ²)	ΔT (°C)	Q (kcal/h)
Sur TR	5.5	5.548	0.3	9.15
			Total	9.15
puertas				
Orientación	U (kcal/h.m ² .°C)	A (m ²)	ΔT (°C)	Q (kcal/h)
Norte	2.6	4.2	0.3	3.28
			Total	3.28
techo y piso				
Orientación	U (kcal/h.m ² .°C)	A (m ²)	ΔT (°C)	Q (kcal/h)

Techo	2.83	97.75	0.3	82.99
			Total	82.99

El total de las ganancias por transmisión de todos los elementos considerados es de:

$$Q_{trans} = 128.13 \text{ kcal/h}$$

- Ganancias de calor debido a la ventilación por persona

$$Q_{vent} = (\# \text{ de personas}) * \dot{V} \rho C_p (T_1 - T_2)$$

El número de personas es de 24, considerando máxima capacidad, el valor de flujo volumétrico por persona es de 45 m³/h*prs según Tabla A 11, con una densidad del aire de 1.22 m³/kg, con un calor específico del aire de 1.005 kJ/kg*°C, temperatura de bulbo seco exterior de 33°C y una temperatura interior de 29°C, se obtiene:

$$Q_{vent} = 1267.17 \text{ kcal/h}$$

- Ganancias debidas a condición de las personas

El calor sensible y latente depende de la condición en la cual se encuentra cada persona, en el grado de la actividad, en el tipo de aplicación y la temperatura del área climatizada (Tabla A 10):

Tabla 2.1-27 Ganancias de calor por personas en el laboratorio SIG. Fuente: Propia

Calor por persona				
Condición	Cantidad	Q sensible (kcal/h)	Q latente (kcal/h)	Sub total (kcal/h)
Sentadas	22	61	52	2486
Paradas	1	64	62	126
Caminando	1	96	156	252
			Total	2864 kcal/h

- Ganancia de calor por área iluminada

Para la determinación de la potencia máxima de iluminación, se utiliza la Tabla A 9 que expone los valores de eficiencia energética (E) para los tipos de instalación de luminarias.

$$Q_{ilum} = A * Pot_{lx}$$

$$Pot_{lx} = E * lux = 6.01 \text{ W/m}^2$$

$$Q_{ilum} = 252.40 \frac{\text{Kcal}}{\text{h}}$$

- Ganancia de calor por equipos electrónicos

Tabla 2.1-28 Ganancias de calor por equipos electrónicos en el laboratorio SIG.
Fuente: Propia

Equipo	Cantidad	Ganancia Q (kcal/h)	Sub Total (kcal/h)
Computadora	22	257.04	5654.81
Laptop	2	257.04	514.07
Ups	2	126.00	252.00
Proyector	1	503.99	503.99
		Total	6924.88 Kcal/h

- Ganancia de calor total

$$Q_T = 11,436.57 \frac{\text{Kcal}}{\text{h}}$$

$$Q_T = 3.78TR$$

Debido a todas las aportaciones de calor consideradas, se obtiene la capacidad del equipo de aire acondicionado:

$$C_{RF} = 4.54 TR$$

Laboratorio de investigaciones

- Ganancia de calor por radiación

$$Q_{radiacion} = \frac{q}{A} (A) f_c f_s f_A$$

Nota: El calor por radiación es CERO debido a que esta zona se encuentra totalmente en sombra, por lo que no tiene ventanas expuestas a los rayos del sol.

- Ganancia de calor por transmisión

$$Q_{trans} = UA\Delta T$$

Para el cálculo de esta aportación de calor al recinto, es necesario determinar el coeficiente de transferencia global correspondiente a cada tipo de material, por lo que se tiene:

- Paredes de 20 cm de espesor de ladrillo macizo ordinario y con repello de 15 mm, en base a la Tabla A 7 se obtiene un valor de $U_p=1.71$ y pared SUR de 40 cm $U_p=1.12$.
- Para piso y techo o losa se tiene hormigón vertido con una densidad de 2550 kg/m^3 , con un espesor de 15 cm y con repello ligero de 15 mm de espesor, en base a la Tabla A 7 se obtiene un valor de $U_{pt}=2.83$.
- En base a la Tabla A 8 se obtienen los valores del coeficiente de transferencia global para ventanas de vidrio sencillo y de chasis simple de $U_v=5.5$; y para puertas de un espesor de 3.8 cm $U_{pr}=2.6$.

Las áreas de los elementos antes mencionados se determinan en base a los planos proporcionados por la institución, la diferencia de temperatura equivalente se determina en base a los siguientes parámetros:

$$\Delta t_s = a + \Delta t_{es}$$

α : factor que es determinado con la diferencia de la máxima temperatura en el exterior ($T_{\text{exterior}} = 33^{\circ}\text{C}$) y la temperatura de diseño requerida para el área a climatizar ($T_{\text{diseño}} = 23^{\circ}\text{C}$), en base a la Tabla A 6 se obtiene un valor de 0.3.

Δt_{es} : considerando el peso de las paredes (781 kg/m^2), la hora del proyecto (14:00 horas) y la pared a la sombra (pared Sur), en base a la Tabla A 5 se obtiene un valor de 0.

Por lo tanto, se obtiene el valor de la temperatura equivalente para los elementos a la sombra:

$$\Delta t_s = 0.3$$

A continuación, se prosigue a la determinación de ganancias de calor por transmisión:

Tabla 2.1-29 Ganancias de calor por transmisión en el laboratorio investigaciones.
Fuente: Propia

Calor por transmisión				
paredes				
Orientación	U (kcal/h.m ² .°C)	A (m ²)	ΔT (°C)	Q
Norte	1.71	12.18	0.3	6.25
Sur TR	1.71	11.51	0.3	5.90
Este	1.71	12.68	0.3	6.51
Oeste	1.71	12.68	0.3	6.51
			Total	25.16
ventanas				
Orientación	U (kcal/h.m ² .°C)	A (m ²)	ΔT (°C)	Q
Sur TR	5.5	2.774	0.3	4.58
			Total	4.58

puertas				
Orientación	U (kcal/h.m ² .°C)	A (m ²)	ΔT (°C)	Q
Norte	2.6	2.1	0.3	1.64
			Total	1.64
techo y piso				
Orientación	U (kcal/h.m ² .°C)	A (m ²)	ΔT (°C)	Q (kcal/h)
Techo	2.83	46.206	0.3	39.23
			Total	39.23

El total de las ganancias por transmisión de todos los elementos considerados es de:

$$Q_{trans} = 70.61 \text{ Kcal/h}$$

- Ganancias de calor debido a la ventilación por persona

$$Q_{vent} = (\# \text{ de personas}) * \dot{V} \rho C_p (T_1 - T_2)$$

El número de personas es de 10, considerando máxima capacidad, el valor de flujo volumétrico por persona es de 45 m³/h*prs según Tabla A 11, con una densidad del aire de 1.22 m³/kg, con un calor específico del aire de 1.005 kJ/kg*°C, temperatura de bulbo seco exterior de 33°C y una temperatura interior de 29°C, se obtiene:

$$Q_{vent} = 527.99 \text{ Kcal/h}$$

- Ganancias debidas a condición de las personas

El calor sensible y latente depende de la condición en la cual se encuentra cada persona, en el grado de la actividad, en el tipo de aplicación y la temperatura del área climatizada (Tabla A 10):

Tabla 2.1-30 Ganancias de calor por personas en el laboratorio investigaciones. Fuente: Propia

Calor por persona				
Condición	Cantidad	Q sensible (kcal/h)	Q latente (kcal/h)	Sub total (kcal/h)
Sentadas	8	61	52	904
Paradas	1	64	62	126
Caminando	1	96	156	252
			Total	1282 kcal/h

- Ganancia de calor por área iluminada

Para la determinación de la potencia máxima de iluminación, se utiliza la Tabla A 9 que expone los valores de eficiencia energética (E) para los tipos de instalación de luminarias.

$$Q_{ilum} = A * Pot_{lx}$$

$$Pot_{lx} = E * lux = 6.17^W/m^2$$

$$Q_{ilum} = 122.53 \frac{Kcal}{h}$$

- Ganancia de calor por equipos electrónicos

Tabla 2.1-31 Ganancias de calor por equipos electrónicos en el laboratorio investigaciones. Fuente: Propia

Equipo	Cantidad	Ganancia Q (kcal/h)	Sub Total (kcal/h)
Computadora	8	257.04	2056.30
Ups	2	126.00	252.00
Proyector	1	503.99	503.99
		Total	2812.29 kcal/h

- Ganancia de calor total

$$Q_T = 4,815.41 \frac{Kcal}{h}$$

$$Q_T = 1.59TR$$

Debido a todas las aportaciones de calor consideradas, se obtiene la capacidad del equipo de aire acondicionado:

$$C_{RF} = 1.91 TR$$

Jefatura de la Unidad de Postgrado

- Ganancia de calor por radiación

$$Q_{radiacion} = \frac{q}{A} (A) f_c f_s f_A$$

Determinación de máxima insolación:

Para la Latitud 10° N, mes del proyecto marzo y máxima insolación a las 14:00 horas y pared soleada Norte, se utiliza la Tabla A 2 y se obtiene un valor de 38 Kcal/h*m².

Determinación de Áreas de ventanas:

Con base al Plano suministrado, se determina un área de ventana expuesta a radiación debido a la ubicación de la pared soleada de 2.774 m²

Determinación de F_c:

Factor de corrección por marco metálico debido a la ubicación de la instalación con respecto al nivel del mar y se tiene:

$$f_c = \frac{1}{0.85} \left(1 + 0.7\% * \frac{m. s. n. m del lugar}{300} \right) = 1.2$$

Determinación de F_s :

Para un tipo de vidrio sencillo y cortinas o persianas de color oscuro, en base a la Tabla A 4 se tiene un valor para $F_s = 0.74$

Determinación de F_A :

Para la determinación del factor de almacenamiento será necesario el cálculo pertinente del peso de la estructura que corresponde exclusivamente a los materiales de construcción y que corresponde a las paredes, techo y piso; así como se muestra a continuación:

Tabla 2.1-32 Cálculo del peso de paredes en la jefatura de unidad de postgrado. Fuente: Propia

Cálculo del peso de la Pared								
Pared	l (m)	h(m)	V y P (m²)	Área (m²)	Peso (kg/m²)	espesor mm	peso de repello (kg)	Peso (kg)
Norte	4.06	2.8	2.774	8.59	781	15	15	6839.93
Sur	4.06	2.8	2.1	9.27	391	15	15	3762.35
Este	2.05	2.8	1.47	4.27	391	15	15	1733.96
Oeste	2.05	2.8	0	5.74	391	15	15	2330.78
Total								14667.03

Tabla 2.1-33 Cálculo del peso del techo y piso en la jefatura de unidad de postgrado. Fuente: Propia

Cálculo del peso del techo y piso					
	l (m)	h(m)	Área (m²)	Peso (kg/m²)	Peso (kg)
2	2.0503	4.0596	16.65	342	5693.20
Total					5693.20

Peso de la estructura = **2446.14 kg/m²**

Debido a peso de la estructura y en base a la Tabla A 1, se tiene un $F_A=0.73$ y por lo consiguiente el cálculo de ganancias de calor por radiación en Kcal/h:

Tabla 2.1-34 Calculo de calor por radiación en la jefatura de unidad de postgrado.
Fuente: Propia

Calor por radiación		
parámetros	valor	Q r
q/A	38	295.60 kcal/h
A venta	12	
Fc	1.2	
Fs	0.74	
Fa	0.73	

- Ganancia de calor por transmisión

$$Q_{trans} = UA\Delta T$$

Para el cálculo de esta aportación de calor al recinto, es necesario determinar el coeficiente de transferencia global correspondiente a cada tipo de material, por lo que se tiene:

- Paredes de 20 cm de espesor de ladrillo macizo ordinario y con repello de 15 mm, en base a la Tabla A 7 se obtiene un valor de $U_p=1.71$ y pared Norte de 40 cm $U_p=1.12$.
- Para piso y techo o losa se tiene hormigón vertido con una densidad de 2550 kg/m^3 , con un espesor de 15 cm y con repello ligero de 15 mm de espesor, en base a la Tabla A 7 se obtiene un valor de $U_{pt}=2.83$.
- En base a la Tabla A 8 se obtienen los valores del coeficiente de transferencia global para ventanas de vidrio sencillo y de chasis simple de $U_v=5.5$; y para puertas de un espesor de 3.8 cm $U_{pr}=2.6$.

Las áreas de los elementos antes mencionados se determinan en base a los planos proporcionados por la institución, la diferencia de temperatura equivalente se determina en base a los siguientes parámetros:

$$\Delta t_s = a + \Delta t_{es} + \frac{bR_s}{R_m} (\Delta t_{em} - \Delta t_{es})$$

a : factor que es determinado con la diferencia de la máxima temperatura en el exterior ($T_{\text{exterior}} = 33^{\circ}\text{C}$) y la temperatura de diseño requerida para el área a climatizar ($T_{\text{diseño}} = 23^{\circ}\text{C}$), en base a la Tabla A 6 se obtiene un valor de 0.3.

Δt_{es} : considerando el peso de las paredes (391 kg/m^2), la hora del proyecto (14:00 horas) y la pared a la sombra (pared Sur), en base a la Tabla A 5 se obtiene un valor de 2.3.

Δt_{em} : considerando el peso de las paredes (781 kg/m^2), la hora del proyecto (14:00 horas) y la pared soleada (pared Norte), en base a la Tabla A 5 se obtiene un valor de 2.2.

b : para paredes externas de color crema, se determina un valor de 0.55.

R_s : Para la Latitud 10°N , mes del proyecto marzo y máxima insolación a las 14:00 horas y pared soleada Norte, se utiliza la Tabla A 2 y se obtiene un valor de $38 \text{ Kcal/h}\cdot\text{m}^2$.

R_m : Para las 14:00 horas y pared soleada Norte, se utiliza la Tabla A 3 y se obtiene un valor de $38 \text{ Kcal/h}\cdot\text{m}^2$.

Por lo tanto, se obtiene el valor de la temperatura equivalente tanto para los elementos soleados y a la sombra:

Tabla 2.1-35 Temperatura equivalente en la jefatura de la unidad de postgrado. Fuente: Propia

Temperatura equivalente			
a	0.3	ΔT_{es} (°C)	2.3
b	0.55	Rs	38
Rm	38	ΔT_{em} (°C)	2.2
Teq		2.55 (°C)	

A continuación, se prosigue a la determinación de ganancias de calor por transmisión:

Tabla 2.1-36 Ganancias de calor por transmisión en la jefatura de la unidad de postgrado. Fuente: Propia

Calor por transmisión				
paredes				
Orientación	U (kcal/h.m ² .°C)	A (m ²)	ΔT (°C)	Q (kcal/h)
Norte	1.12	8.59	2.55	24.54
Sur TR	1.71	9.27	2.60	41.20
Este	1.71	4.27	2.6	18.99
Oeste	1.71	5.74	2.6	25.52
			Total	110.25
ventanas				
Orientación	U (kcal/h.m ² .°C)	A (m ²)	ΔT (°C)	Q (kcal/h)
Norte	5.5	2.774	7	106.80
			Total	106.80
puertas				
Orientación	U (kcal/h.m ² .°C)	A (m ²)	ΔT (°C)	Q (kcal/h)
Sur TR	2.6	2.1	2.6	14.20
			Total	14.20

techo y piso				
Orientación	U (kcal/h.m ² .°C)	A (m ²)	ΔT (°C)	Q (kcal/h)
Techo	2.83	16.65	2.6	122.49
			Total	122.49

El total de las ganancias por transmisión de todos los elementos considerados es de:

$$Q_{trans} = 353.74 \text{ kcal/h}$$

- Ganancias de calor debido a la ventilación por persona

$$Q_{vent} = (\# \text{ de personas}) * \dot{V} \rho C_p (T_1 - T_2)$$

El número de personas es de 3, considerando máxima capacidad, el valor de flujo volumétrico por persona es de 45 m³/h*prs según Tabla A 11, con una densidad del aire de 1.22 m³/kg, con un calor específico del aire de 1.005 kJ/kg*°C, temperatura de bulbo seco exterior de 33°C y una temperatura interior de 29°C, se obtiene:

$$Q_{vent} = 158.40 \text{ kcal/h}$$

- Ganancias debidas a condición de las personas

El calor sensible y latente depende de la condición en la cual se encuentra cada persona, en el grado de la actividad, en el tipo de aplicación y la temperatura del área climatizada (Tabla A 10):

Tabla 2.1-37 Ganancias de calor por personas en la jefatura de la unidad de postgrado. Fuente: Propia

Calor por persona				
Condición	Cantidad	Q sensible (kcal/h)	Q latente (kcal/h)	Sub total (kcal/h)
Sentadas	2	61	52	226
Paradas	1	64	62	126
Caminando	0	96	156	0
			Total	352 kcal/h

- Ganancia de calor por área iluminada

Para la determinación de la potencia máxima de iluminación, se utiliza la Tabla A 9 que expone los valores de eficiencia energética (E) para los tipos de instalación de luminarias.

$$Q_{ilum} = A * Pot_{lx}$$

$$Pot_{lx} = E * lux = 27.042 \text{ W/m}^2$$

$$Q_{ilum} = 193.54 \frac{\text{Kcal}}{\text{h}}$$

- Ganancia de calor por equipos electrónicos

Tabla 2.1-38 Ganancias de calor por equipos electrónicos en la jefatura de la unidad de postgrado. Fuente: Propia

Equipo	cantidad	Ganancia Q (kcal/h)	Sub Total (kcal/h)
Laptop	2	257.04	514.07
Impresora	1	138.60	138.60
		Total	652.67 Kcal/h

- Ganancia de calor total

$$Q_T = 1,788.24 \frac{Kcal}{h}$$

$$Q_T = 0.59 TR$$

Debido a todas las aportaciones de calor consideradas, se obtiene la capacidad del equipo de aire acondicionado:

$$C_{RF} = 0.71 TR$$

Cubículo de la unidad de postgrado

- Ganancia de calor por radiación

$$Q_{radiacion} = \frac{q}{A} (A) f_c f_s f_A$$

Nota: El calor por radiación es CERO debido a que esta zona se encuentra totalmente en sombra, por lo que no tiene ventanas expuestas a los rayos del sol.

- Ganancia de calor por transmisión

$$Q_{trans} = UA\Delta T$$

Para el cálculo de esta aportación de calor al recinto, es necesario determinar el coeficiente de transferencia global correspondiente a cada tipo de material, por lo que se tiene:

- Paredes de 20 cm de espesor de ladrillo macizo ordinario y con repello de 15 mm, en base a la Tabla A 7 se obtiene un valor de $U_p=1.71$.
- Para piso y techo o losa se tiene hormigón vertido con una densidad de 2550 kg/m^3 , con un espesor de 15 cm y con repello ligero de 15 mm de espesor, en base a la Tabla A 7 se obtiene un valor de $U_{pt}=2.83$.

- En base a la Tabla A 8 se obtienen los valores del coeficiente de transferencia global para ventanas de vidrio sencillo y de chasis simple de $U_v=5.5$; y para puertas de un espesor de 3.8 cm $U_{pr}=2.6$.

Las áreas de los elementos antes mencionados se determinan en base a los planos proporcionados por la institución, la diferencia de temperatura equivalente se determina en base a los siguientes parámetros:

$$\Delta t_s = a + \Delta t_{es}$$

a : factor que es determinado con la diferencia de la máxima temperatura en el exterior ($T_{\text{exterior}} = 33^\circ\text{C}$) y la temperatura de diseño requerida para el área a climatizar ($T_{\text{diseño}} = 23^\circ\text{C}$), en base a la Tabla A 6 se obtiene un valor de 0.3.

Δt_{es} : considerando el peso de las paredes (391 kg/m^2), la hora del proyecto (14:00 horas) y la pared a la sombra (pared Sur), en base a la Tabla A 5 se obtiene un valor de 2.3.

Por lo tanto, se obtiene el valor de la temperatura equivalente para los elementos a la sombra:

$$\Delta t_s = 2.6$$

A continuación, se prosigue a la determinación de ganancias de calor por transmisión:

Tabla 2.1-39 Ganancias de calor por transmisión en el cubículo de la unidad de postgrado.
Fuente: Propia

Calor por transmisión				
paredes				
Orientación	U (kcal/h.m ² .°C)	A (m ²)	ΔT (°C)	Q (kcal/h)
Norte	1.71	9.27	2.6	41.20
Sur TR	1.71	11.37	2.60	50.54

Este	1.71	9.87	2.6	43.87
Oeste	1.71	11.97	2.6	53.21
			Total	188.82
puertas				
Orientación	U (kcal/h.m ² .°C)	A (m ²)	ΔT (°C)	Q (kcal/h)
Norte	2.6	2.1	2.6	14.20
Este	2.6	2.1	2.6	14.20
			Total	28.39
techo y piso				
Orientación	U (kcal/h.m ² .°C)	A (m ²)	ΔT (°C)	Q (kcal/h)
Techo	2.83	34.7030846	2.6	255.35
			Total	255.35

El total de las ganancias por transmisión de todos los elementos considerados es de:

$$Q_{trans} = 472.56 \text{ Kcal/h}$$

- Ganancias de calor debido a la ventilación por persona

$$Q_{vent} = (\# \text{ de personas}) * \dot{V} \rho C_p (T_1 - T_2)$$

El número de personas es de 9, considerando máxima capacidad, el valor de flujo volumétrico por persona es de 45 m³/h*prs según Tabla A 11, con una densidad del aire de 1.22 m³/kg, con un calor específico del aire de 1.005 kJ/kg*°C, temperatura de bulbo seco exterior de 33°C y una temperatura interior de 29°C, se obtiene:

$$Q_{vent} = 475.19 \text{ kcal/h}$$

- Ganancias debidas a condición de las personas

El calor sensible y latente depende de la condición en la cual se encuentra cada persona, en el grado de la actividad, en el tipo de aplicación y la temperatura del área climatizada (Tabla A 10):

Tabla 2.1-40 Ganancias de calor por personas en el cubículo de la unidad de postgrado.
Fuente: Propia

Calor por persona				
Condición	Cantidad	Q sensible (kcal/h)	Q latente (kcal/h)	Sub total (kcal/h)
Sentadas	4	61	52	452
Paradas	4	64	62	504
Caminando	1	96	156	252
			Total	1208 kcal/h

- Ganancia de calor por área iluminada

Para la determinación de la potencia máxima de iluminación, se utiliza la Tabla A 9 que expone los valores de eficiencia energética (E) para los tipos de instalación de luminarias.

$$Q_{ilum} = A * Pot_{lx}$$

$$Pot_{lx} = E * lux = 12.79 \text{ W/m}^2$$

$$Q_{ilum} = 190.76 \frac{\text{kcal}}{\text{h}}$$

- Ganancia de calor por equipos electrónicos

Tabla 2.1-41 Ganancias de calor por equipos electrónicos en el cubículo de la unidad de postgrado. Fuente: Propia

Equipo	Cantidad	Ganancia Q (kcal/h)	Sub Total (kcal/h)
Computadora	2	257.04	514.07
Laptop	2	257.04	514.07
Impresora	4	138.60	554.39
Ups	3	126.00	378.00
		Total	1960.54 kcal/h

- Ganancia de calor total

$$Q_T = 4,307.24 \frac{kcal}{h}$$

$$Q_T = 1.42TR$$

Debido a todas las aportaciones de calor consideradas, se obtiene la capacidad del equipo de aire acondicionado:

$$C_{RF} = 1.71 TR$$

Recepción de la unidad de postgrado

- Ganancia de calor por radiación

$$Q_{radiacion} = \frac{q}{A} (A) f_c f_s f_A$$

Nota: El calor por radiación es CERO debido a que esta zona se encuentra totalmente en sombra, por lo que no tiene ventanas expuestas a los rayos del sol.

- Ganancia de calor por transmisión

$$Q_{trans} = UA\Delta T$$

Para el cálculo de esta aportación de calor al recinto, es necesario determinar el coeficiente de transferencia global correspondiente a cada tipo de material, por lo que se tiene:

- Paredes de 20 cm de espesor de ladrillo macizo ordinario y con repello de 15 mm, en base a la Tabla A 7 se obtiene un valor de $U_p=1.71$.
- Para piso y techo o losa se tiene hormigón vertido con una densidad de 2550 kg/m^3 , con un espesor de 15 cm y con repello ligero de 15 mm de espesor, en base a la Tabla A 7 se obtiene un valor de $U_{pt}=2.83$.
- En base a la Tabla A 8 se obtienen los valores del coeficiente de transferencia global para ventanas de vidrio sencillo y de chasis simple de $U_v=5.5$; y para puertas de un espesor de 3.8 cm $U_{pr}=2.6$.

Las áreas de los elementos antes mencionados se determinan en base a los planos proporcionados por la institución, la diferencia de temperatura equivalente se determina en base a los siguientes parámetros:

$$\Delta t_s = a + \Delta t_{es}$$

a : factor que es determinado con la diferencia de la máxima temperatura en el exterior ($T_{\text{exterior}} = 33^\circ\text{C}$) y la temperatura de diseño requerida para el área a climatizar ($T_{\text{diseño}} = 23^\circ\text{C}$), en base a la Tabla A 6 se obtiene un valor de 0.3.

Δt_{es} : considerando el peso de las paredes (391 kg/m^2), la hora del proyecto (14:00 horas) y la pared a la sombra (pared Sur), en base a la Tabla A 5 se obtiene un valor de 2.3.

Por lo tanto, se obtiene el valor de la temperatura equivalente para los elementos a la sombra:

$$\Delta t_s = 2.6$$

A continuación, se prosigue a la determinación de ganancias de calor por transmisión:

Tabla 2.1-42 Ganancias de calor por transmisión en recepción de la unidad de postgrado. Fuente: Propia

Calor por transmisión				
paredes				
Orientación	U (kcal/h.m ² .°C)	A (m ²)	ΔT (°C)	Q (kcal/h)
Norte	1.71	16.63	2.6	73.95
Sur TR	1.71	16.63	2.6	73.95
Este	1.71	8.12	2.6	36.10
Oeste	1.71	8.12	2.6	36.10
			Total	220.09
puertas				
Orientación	U (kcal/h.m ² .°C)	A (m ²)	ΔT (°C)	Q (kcal/h)
Norte	2.6	2.1	2.6	14.20
Sur TR	2.6	2.1	2.6	14.20
oeste	2.6	2.1	2.6	14.20
Oeste	2.6	2.1	2.6	14.20
			Total	56.78
techo y piso				
Orientación	U (kcal/h.m ² .°C)	A (m ²)	ΔT (°C)	Q (kcal/h)
Techo	2.83	48.837	2.6	359.34
			Total	359.34

El total de las ganancias por transmisión de todos los elementos considerados es de:

$$Q_{trans} = 636.22 \text{ kcal/h}$$

- Ganancias de calor debido a la ventilación por persona

$$Q_{vent} = (\# \text{ de personas}) * \dot{V} \rho C_p (T_1 - T_2)$$

El número de personas es de 11, considerando máxima capacidad, el valor de flujo volumétrico por persona es de 45 m³/h*prs según Tabla A 11, con una densidad del aire de 1.22 m³/kg, con un calor específico del aire de 1.005 kJ/kg*°C, temperatura de bulbo seco exterior de 33°C y una temperatura interior de 29°C, se obtiene:

$$Q_{vent} = 580.78 \text{ kcal/h}$$

- Ganancias debidas a condición de las personas

El calor sensible y latente depende de la condición en la cual se encuentra cada persona, en el grado de la actividad, en el tipo de aplicación y la temperatura del área climatizada (Tabla A 10):

Tabla 2.1-43 Ganancias de calor por personas en recepción de la unidad de postgrado.
Fuente: Propia

Calor por persona				
Condición	Cantidad	Q sensible (kcal/h)	Q latente (kcal/h)	Sub total (kcal/h)
Sentadas	9	61	52	1017
Paradas	1	64	62	126
Caminando	1	96	156	252
			Total	1395 kcal/h

- Ganancia de calor por área iluminada

Para la determinación de la potencia máxima de iluminación, se utiliza la Tabla A 9 que expone los valores de eficiencia energética (*E*) para los tipos de instalación de luminarias.

$$Q_{ilum} = A * Pot_{lx}$$

$$Pot_{lx} = E * lux = 10.00 \text{ W/m}^2$$

$$Q_{ilum} = 209.99 \frac{\text{kcal}}{\text{h}}$$

- Ganancia de calor por equipos electrónicos

Tabla 2.1-44 Ganancias de calor por equipos electrónicos en recepción de la unidad de postgrado. Fuente: Propia

Equipo	Cantidad	Ganancia Q (kcal/h)	Sub Total (kcal/h)
Computadora	1	257.04	257.04
Fotocopiadora	2	138.60	277.20
Ups	2	126.00	252.00
		Total	786.23 kcal/h

- Ganancia de calor total

$$Q_T = 3,608.22 \frac{\text{kcal}}{\text{h}}$$

$$Q_T = 1.19 \text{ TR}$$

Debido a todas las aportaciones de calor consideradas, se obtiene la capacidad del equipo de aire acondicionado:

$$C_{RF} = 1.43 \text{ TR}$$

Salón de usos múltiples

- Ganancia de calor por radiación

$$Q_{radiacion} = \frac{q}{A} (A) f_c f_s f_A$$

Determinación de máxima insolación:

Para la Latitud 10° N, mes del proyecto marzo y máxima insolación a las 14:00 horas y pared soleada Norte, se utiliza la Tabla A 2 y se obtiene un valor de 38 kcal/h*m²

Determinación de Áreas de ventanas:

Con base al Plano suministrado, se determina un área de ventana expuesta a radiación debido a la ubicación de la pared soleada de 2.774 m²

Determinación de F_c:

Factor de corrección por marco metálico debido a la ubicación de la instalación con respecto al nivel del mar y se tiene:

$$f_c = \frac{1}{0.85} \left(1 + 0.7\% * \frac{m. s. n. m \text{ del lugar}}{300} \right) = 1.2$$

Determinación de F_s:

Para un tipo de vidrio sencillo y cortinas o persianas de color oscuro, en base a la Tabla A 4 se tiene un valor para F_s= 0.74

Determinación de F_A:

Para la determinación del factor de almacenamiento será necesario el cálculo pertinente del peso de la estructura que corresponde exclusivamente a los materiales de construcción y que corresponde a las paredes, techo y piso; así como se muestra a continuación:

Tabla 2.1-45 Cálculo del peso de paredes en el salón de usos múltiples. Fuente: Propia

Cálculo del peso de la Pared								
Pared	l (m)	h(m)	V y P (m ²)	Área (m ²)	Peso (kg/m ²)	espesor mm	peso de repello (kg)	Peso (kg)
Norte	4.6	2.8	2.774	10.11	391	15	15	4103.04
Sur	4.6	2.8	2.1	10.78	391	15	15	4376.68
Este	2.59	2.8	0	7.25	391	15	15	2944.31
Oeste	2.59	2.8	0	7.25	391	15	15	2944.31
Total								14368.34

Tabla 2.1-46 Cálculo del peso del techo y piso en el salón de usos múltiples. Fuente: Propia

Cálculo del peso del techo y piso					
	l (m)	h(m)	Área (m ²)	Peso (kg/m ²)	Peso (kg)
2	4.6	2.59	23.83	342	8149.18
Total					8149.18

Peso de la estructura = **1890.00 kg/m²**

Debido a peso de la estructura y en base a la Tabla A 1, se tiene un $F_A=0.73$ y por lo consiguiente el cálculo de ganancias de calor por radiación en Kcal/h:

Tabla 2.1-47 Calculo de calor por radiación en el salón de usos múltiples. Fuente: Propia

Calor por radiación		
parámetros	valor	Q r
q/A	38	68.33 kcal/h
A venta	2.774	
Fc	1.2	
Fs	0.74	
Fa	0.73	

- Ganancia de calor por transmisión

$$Q_{trans} = UA\Delta T$$

Para el cálculo de esta aportación de calor al recinto, es necesario determinar el coeficiente de transferencia global correspondiente a cada tipo de material, por lo que se tiene:

- Paredes de 20 cm de espesor de ladrillo macizo ordinario y con repello de 15 mm, en base a la Tabla A 7 se obtiene un valor de $U_p=1.71$.
- Para piso y techo o losa se tiene hormigón vertido con una densidad de 2550 Kg/m^3 , con un espesor de 15 cm y con repello ligero de 15 mm de espesor, en base a la Tabla A 7 se obtiene un valor de $U_{pt}=2.83$.
- En base a la Tabla A 8 se obtienen los valores del coeficiente de transferencia global para ventanas de vidrio sencillo y de chasis simple de $U_v=5.5$; y para puertas de un espesor de 3.8 cm $U_{pr}=2.6$.

Las áreas de los elementos antes mencionados se determinan en base a los planos proporcionados por la institución, la diferencia de temperatura equivalente se determina en base a los siguientes parámetros:

$$\Delta t_s = a + \Delta t_{es} + \frac{bR_s}{R_m} (\Delta t_{em} - \Delta t_{es})$$

a : factor que es determinado con la diferencia de la máxima temperatura en el exterior ($T_{\text{exterior}} = 33^\circ\text{C}$) y la temperatura de diseño requerida para el área a climatizar ($T_{\text{diseño}} = 23^\circ\text{C}$), en base a la Tabla A 6 se obtiene un valor de 0.3.

Δt_{es} : considerando el peso de las paredes (391 kg/m^2), la hora del proyecto (14:00 horas) y la pared a la sombra (pared Sur), en base a la Tabla A 5 se obtiene un valor de 2.3.

Δt_{em} : considerando el peso de las paredes (391 kg/m²), la hora del proyecto (14:00 horas) y la pared soleada (pared Norte), en base a la Tabla A 5 se obtiene un valor de 10.3.

b : para paredes externas de color crema, se determina un valor de 0.55.

R_s : Para la Latitud 10° N, mes del proyecto marzo y máxima insolación a las 14:00 horas y pared soleada Norte, se utiliza la Tabla A 2 y se obtiene un valor de 38 Kcal/h*m².

R_m : Para las 14:00 horas y pared soleada Norte, se utiliza la Tabla A 3 y se obtiene un valor de 38 Kcal/h*m².

Por lo tanto, se obtiene el valor de la temperatura equivalente tanto para los elementos soleados y a la sombra:

Tabla 2.1-48 Temperatura equivalente en el salón de usos múltiples. Fuente: Propia

Temperatura equivalente			
a	0.3	ΔT_{es} (°C)	2.3
b	0.55	R_s	38
R_m	38	ΔT_{em}(°C)	10.3
T_{eq}		7.00 (°C)	

A continuación, se prosigue a la determinación de ganancias de calor por transmisión:

Tabla 2.1-49 Ganancias de calor por transmisión en el salón de usos múltiples. Fuente: Propia

Calor por transmisión				
paredes				
Orientación	U (kcal/h.m ² .°C)	A (m ²)	ΔT (°C)	Q (kcal/h)
Norte	1.71	10.11	7	120.97
Sur TR	1.71	10.78	2.6	47.93
Este	1.71	7.25	2.6	32.24
Oeste	1.71	7.25	2.6	32.24
			Total	233.38
ventanas				
Orientación	U (kcal/h.m ² .°C)	A (m ²)	ΔT (°C)	Q (kcal/h)
Norte	5.5	2.774	7	106.80
			Total	106.80
puertas				
Orientación	U (kcal/h.m ² .°C)	A (m ²)	ΔT (°C)	Q (kcal/h)
Sur TR	2.6	2.1	2.6	14.20
			Total	14.20
techo y piso				
Orientación	U (kcal/h.m ² .°C)	A (m ²)	ΔT (°C)	Q (kcal/h)
Techo	2.83	23.828	2.6	175.33
			Total	175.33

El total de las ganancias por transmisión de todos los elementos considerados es de:

$$Q_{trans} = 529.70 \text{ kcal/h}$$

- Ganancias de calor debido a la ventilación por persona

$$Q_{vent} = (\# \text{ de personas}) * \dot{V} \rho C_p (T_1 - T_2)$$

El número de personas es de 7, considerando máxima capacidad, el valor de flujo volumétrico por persona es de 45 m³/h*prs según Tabla A 11, con una densidad del aire de 1.22 m³/kg, con un calor específico del aire de 1.005 kJ/kg*°C, temperatura de bulbo seco exterior de 33°C y una temperatura interior de 29°C, se obtiene:

$$Q_{vent} = 369.59 \text{ kcal/h}$$

- Ganancias debidas a condición de las personas

El calor sensible y latente depende de la condición en la cual se encuentra cada persona, en el grado de la actividad, en el tipo de aplicación y la temperatura del área climatizada (Tabla A 10):

Tabla 2.1-50 Ganancias de calor por personas en el salón de usos múltiples. Fuente: Propia

Calor por persona				
Condición	Cantidad	Q sensible (kcal/h)	Q latente (kcal/h)	Sub total (kcal/h)
Sentadas	6	61	52	678
Paradas	0	64	62	0
Caminando	1	96	156	252
			Total	930 kcal/h

- Ganancia de calor por área iluminada

Para la determinación de la potencia máxima de iluminación, se utiliza la Tabla A 9 que expone los valores de eficiencia energética (E) para los tipos de instalación de luminarias.

$$Q_{ilum} = A * Pot_{lx}$$

$$Pot_{lx} = E * lux = 17.40 \text{ W/m}^2$$

$$Q_{ilum} = 178.25 \frac{\text{kcal}}{\text{h}}$$

- Ganancia de calor por equipos electrónicos

Tabla 2.1-51 Ganancias de calor por equipos electrónicos en el salón de usos múltiples. Fuente: Propia

Equipo	Cantidad	Ganancia Q (kcal/h)	Sub Total (kcal/h)
Computadora	1	257.04	257.04
Laptop	2	257.04	514.07
Ups	2	126.00	252.00
		Total	1023.11 kcal/h

- Ganancia de calor total

$$Q_T = 3,098.98 \frac{\text{kcal}}{\text{h}}$$

$$Q_T = 1.02 \text{ TR}$$

Debido a todas las aportaciones de calor consideradas, se obtiene la capacidad del equipo de aire acondicionados:

$$C_{RF} = 1.23 \text{ TR}$$

Jefatura del instituto de investigaciones

- Ganancia de calor por radiación

$$Q_{radiacion} = \frac{q}{A} (A) f_c f_s f_A$$

Determinación de máxima insolación:

Para la Latitud 10° N, mes del proyecto marzo y máxima insolación a las 14:00 horas y pared soleada Norte, se utiliza la Tabla A 2 y se obtiene un valor de 38 kcal/h*m²

Determinación de Áreas de ventanas:

Con base al Plano suministrado, se determina un área de ventana expuesta a radiación debido a la ubicación de la pared soleada de 2.774 m²

Determinación de F_c:

Factor de corrección por marco metálico debido a la ubicación de la instalación con respecto al nivel del mar y se tiene:

$$f_c = \frac{1}{0.85} \left(1 + 0.7\% * \frac{m. s. n. m \text{ del lugar}}{300} \right) = 1.2$$

Determinación de F_s:

Para un tipo de vidrio sencillo y cortinas o persianas de color oscuro, en base a la Tabla A 4 se tiene un valor para F_s= 0.74

Determinación de F_A:

Para la determinación del factor de almacenamiento será necesario el cálculo pertinente del peso de la estructura que corresponde exclusivamente a los materiales de construcción y que corresponde a las paredes, techo y piso; así como se muestra a continuación:

Tabla 2.1-52 Cálculo del peso de paredes en la jefatura de investigaciones. Fuente: Propia

Cálculo del peso de la Pared								
Pared	l (m)	h(m)	V y P (m ²)	Área (m ²)	Peso (kg/m ²)	Espesor mm	peso de repello (kg)	Peso (kg)
Norte	3.69	2.8	2.774	7.56	781	15	15	6016.17
Sur	3.69	2.8	2.1	8.23	391	15	15	3342.19
Este	2.59	2.8	0	7.25	391	15	15	2944.31
Oeste	2.59	2.8	0	7.25	391	15	15	2944.31
Total								15246.98

Tabla 2.1-53 Cálculo del peso del techo y piso en la jefatura de investigaciones. Fuente: Propia

Cálculo del peso del techo y piso					
	l (m)	h(m)	Área (m ²)	Peso (kg/m ²)	Peso (kg)
2	3.69	2.59	19.11	342	6537.06
Total					6537.06

Peso de la estructura = **2279.37 kg/m²**

Debido a peso de la estructura y en base a la Tabla A 1, se tiene un $F_A=0.73$ y por lo consiguiente el cálculo de ganancias de calor por radiación en kcal/h:

Tabla 2.1-54 Calculo de calor por radiación en la jefatura de investigaciones. Fuente: Propia

Calor por radiación		
parámetros	valor	Q r
q/A	38	68.33 kcal/h
A venta	2.774	
Fc	1.2	
Fs	0.74	
Fa	0.73	

- Ganancia de calor por transmisión

$$Q_{trans} = UA\Delta T$$

Para el cálculo de esta aportación de calor al recinto, es necesario determinar el coeficiente de transferencia global correspondiente a cada tipo de material, por lo que se tiene:

- Paredes de 20 cm de espesor de ladrillo macizo ordinario y con repello de 15 mm, en base a la Tabla A 7 se obtiene un valor de $U_p=1.71$ y pared Norte de 40 cm $U_p=1.12$.
- Para piso y techo o losa se tiene hormigón vertido con una densidad de 2550 kg/m^3 , con un espesor de 15 cm y con repello ligero de 15 mm de espesor, en base a la Tabla A 7 se obtiene un valor de $U_{pt}=2.83$.
- En base a la Tabla A 8 se obtienen los valores del coeficiente de transferencia global para ventanas de vidrio sencillo y de chasis simple de $U_v=5.5$; y para puertas de un espesor de 3.8 cm $U_{pr}=2.6$.

Las áreas de los elementos antes mencionados se determinan en base a los planos proporcionados por la institución, la diferencia de temperatura equivalente se determina en base a los siguientes parámetros:

$$\Delta t_s = a + \Delta t_{es} + \frac{bR_s}{R_m} (\Delta t_{em} - \Delta t_{es})$$

a : factor que es determinado con la diferencia de la máxima temperatura en el exterior ($T_{\text{exterior}} = 33^\circ\text{C}$) y la temperatura de diseño requerida para el área a climatizar ($T_{\text{diseño}} = 23^\circ\text{C}$), en base a la Tabla A 6 se obtiene un valor de 0.3.

Δt_{es} : considerando el peso de las paredes (391 kg/m²), la hora del proyecto (14:00 horas) y la pared a la sombra (pared Sur), en base a la Tabla A 5 se obtiene un valor de 2.3.

Δt_{em} : considerando el peso de las paredes (781 kg/m²), la hora del proyecto (14:00 horas) y la pared soleada (pared Norte), en base a la Tabla A 5 se obtiene un valor de 2.2.

b : para paredes externas de color crema, se determina un valor de 0.55.

R_s : Para la Latitud 10° N, mes del proyecto marzo y máxima insolación a las 14:00 horas y pared soleada Norte, se utiliza la Tabla A 2 y se obtiene un valor de 38 kcal/h*m².

R_m : Para las 14:00 horas y pared soleada Norte, se utiliza la Tabla A 3 y se obtiene un valor de 38 kcal/h*m².

Por lo tanto, se obtiene el valor de la temperatura equivalente tanto para los elementos soleados y a la sombra:

Tabla 2.1-55 Temperatura equivalente en la jefatura de investigaciones. Fuente: Propia

Temperatura equivalente			
a	0.3	ΔT_{es} (°C)	2.3
b	0.55	R_s	38
R_m	38	ΔT_{em} (°C)	2.2
T_{eq}		2.55 (°C)	

A continuación, se prosigue a la determinación de ganancias de calor por transmisión:

Tabla 2.1-56 Ganancias de calor por transmisión en la jefatura de investigaciones.
Fuente: Propia

Calor por transmisión				
paredes				
Orientación	U (kcal/h.m ² .°C)	A (m ²)	ΔT (°C)	Q (kcal/h)
Norte	1.12	7.56	2.55	21.59
Sur TR	1.71	8.23	2.6	36.60
Este	1.71	7.25	2.6	32.24
Oeste	1.71	7.25	2.6	32.24
			Total	122.67
ventanas				
Orientación	U (kcal/h.m ² .°C)	A (m ²)	ΔT (°C)	Q (kcal/h)
Norte	5.5	2.774	2.55	38.91
			Total	38.91
puertas				
Orientación	U (kcal/h.m ² .°C)	A (m ²)	ΔT (°C)	Q (kcal/h)
Sur TR	2.6	2.1	2.6	14.20
			Total	14.20
techo y piso				
Orientación	U (kcal/h.m ² .°C)	A (m ²)	ΔT (°C)	Q (kcal/h)
Techo	2.83	19.1142	0.3	16.23
			Total	16.23

El total de las ganancias por transmisión de todos los elementos considerados es de:

$$Q_{trans} = 192.00 \text{ kcal/h}$$

- Ganancias de calor debido a la ventilación por persona

$$Q_{vent} = (\# \text{ de personas}) * \dot{V} \rho C_p (T_1 - T_2)$$

El número de personas es de 4, considerando máxima capacidad, el valor de flujo volumétrico por persona es de 45 m³/h*prs según Tabla A 11, con una densidad del aire de 1.22 m³/kg, con un calor específico del aire de 1.005 kJ/kg*°C, temperatura de bulbo seco exterior de 33°C y una temperatura interior de 29°C, se obtiene:

$$Q_{vent} = 211.19 \text{ kcal/h}$$

- Ganancias debidas a condición de las personas

El calor sensible y latente depende de la condición en la cual se encuentra cada persona, en el grado de la actividad, en el tipo de aplicación y la temperatura del área climatizada (Tabla A 10):

Tabla 2.1-57 Ganancias de calor por personas en la jefatura de investigaciones. Fuente: Propia

Calor por persona				
Condición	Cantidad	Q sensible (kcal/h)	Q latente (kcal/h)	Sub total (kcal/h)
Sentadas	2	61	52	226
Paradas	1	64	62	126
Caminando	1	96	156	252
			Total	604 kcal/h

- Ganancia de calor por área iluminada

Para la determinación de la potencia máxima de iluminación, se utiliza la Tabla A 9 que expone los valores de eficiencia energética (E) para los tipos de instalación de luminarias.

$$Q_{ilum} = A * Pot_{lx}$$

$$Pot_{lx} = E * lux = 16.95 W/m^2$$

$$Q_{ilum} = 139.29 \frac{kcal}{h}$$

- Ganancia de calor por equipos electrónicos

Tabla 2.1-58 Ganancias de calor por equipos electrónicos en la jefatura de investigaciones. Fuente: Propia

Equipo	cantidad	Ganancia Q (kcal/h)	Sub Total (kcal/h)
computadora	2	257.04	514.07
laptop	1	257.04	257.04
Fotocopiadora	1	138.60	138.60
UPS	2	126.00	252.00
		Total	1161.71 kcal/h

- Ganancia de calor total

$$Q_T = 2,376.52 \frac{kcal}{h}$$

$$Q_T = 0.79 TR$$

Debido a todas las aportaciones de calor consideradas, se obtiene la capacidad del equipo de aire acondicionados:

$$C_{RF} = 0.94 TR$$

Salón de consultas del instituto de investigaciones

- Ganancia de calor por radiación

$$Q_{radiacion} = \frac{q}{A} (A) f_c f_s f_A$$

Determinación de máxima insolación:

Para la Latitud 10° N, mes del proyecto marzo y máxima insolación a las 14:00 horas y pared soleada Norte, se utiliza la Tabla A 2 y se obtiene un valor de 38 kcal/h*m²

Determinación de Áreas de ventanas:

Con base al Plano suministrado, se determina un área de ventana expuesta a radiación debido a la ubicación de la pared soleada de 2.774 m²

Determinación de F_c:

Factor de corrección por marco metálico debido a la ubicación de la instalación con respecto al nivel del mar y se tiene:

$$f_c = \frac{1}{0.85} \left(1 + 0.7\% * \frac{m. s. n. m \text{ del lugar}}{300} \right) = 1.2$$

Determinación de F_s:

Para un tipo de vidrio sencillo y cortinas o persianas de color oscuro, en base a la Tabla A 4 se tiene un valor para F_s= 0.74

Determinación de F_A:

Para la determinación del factor de almacenamiento será necesario el cálculo pertinente del peso de la estructura que corresponde exclusivamente a los materiales de construcción y que corresponde a las paredes, techo y piso; así como se muestra a continuación:

Tabla 2.1-59 Cálculo del peso de paredes en el salón de consultas. Fuente: Propia

Cálculo del peso de la Pared								
Pared	l (m)	h(m)	V y P (m ²)	Área (m ²)	Peso (kg/m ²)	Espesor mm	peso de repello (kg)	Peso (kg)
Norte	2.45	2.8	2.774	4.09	391	15	15	1658.92
Sur	2.45	2.8	2.1	4.76	391	15	15	1932.56
Este	2.6	2.8	0	7.28	391	15	15	2955.68
Oeste	2.6	2.8	0	7.28	391	15	15	2955.68
Total								9502.84

Tabla 2.1-60 Cálculo del peso del techo y piso en el salón de consultas. Fuente: Propia

Cálculo del peso del techo y piso					
	l (m)	h(m)	Área (m ²)	Peso (kg/m ²)	Peso (kg)
2	2.45	2.6	12.74	342	4357.08
Total					4357.08

Peso de la estructura = **2279.37 kg/m²**

Debido a peso de la estructura y en base a la Tabla A 1, se tiene un $F_A=0.73$ y por lo consiguiente el cálculo de ganancias de calor por radiación en Kcal/h:

Tabla 2.1-61 Calculo de calor por radiación en el salón de consultas. Fuente: Propia

Calor por radiación		
parámetros	valor	Q r
q/A	38	68.33 kcal/h
A venta	2.774	
Fc	1.2	
Fs	0.74	
Fa	0.73	

- Ganancia de calor por transmisión

$$Q_{trans} = UA\Delta T$$

Para el cálculo de esta aportación de calor al recinto, es necesario determinar el coeficiente de transferencia global correspondiente a cada tipo de material, por lo que se tiene:

- Paredes de 20 cm de espesor de ladrillo macizo ordinario y con repello de 15 mm, en base a la Tabla A 7 se obtiene un valor de $U_p=1.71$.
- Para piso y techo o losa se tiene hormigón vertido con una densidad de 2550 kg/m^3 , con un espesor de 15 cm y con repello ligero de 15 mm de espesor, en base a la Tabla A 7 se obtiene un valor de $U_{pt}=2.83$.
- En base a la Tabla A 8 se obtienen los valores del coeficiente de transferencia global para ventanas de vidrio sencillo y de chasis simple de $U_v=5.5$; y para puertas de un espesor de 3.8 cm $U_{pr}=2.6$.

Las áreas de los elementos antes mencionados se determinan en base a los planos proporcionados por la institución, la diferencia de temperatura equivalente se determina en base a los siguientes parámetros:

$$\Delta t_s = a + \Delta t_{es} + \frac{bR_s}{R_m} (\Delta t_{em} - \Delta t_{es})$$

a : factor que es determinado con la diferencia de la máxima temperatura en el exterior ($T_{\text{exterior}} = 33^\circ\text{C}$) y la temperatura de diseño requerida para el área a climatizar ($T_{\text{diseño}} = 23^\circ\text{C}$), en base a la Tabla A 6 se obtiene un valor de 0.3.

Δt_{es} : considerando el peso de las paredes (391 kg/m^2), la hora del proyecto (14:00 horas) y la pared a la sombra (pared Sur), en base a la Tabla A 5 se obtiene un valor de 2.3.

Δt_{em} : considerando el peso de las paredes (781 kg/m²), la hora del proyecto (14:00 horas) y la pared soleada (pared Norte), en base a la Tabla A 5 se obtiene un valor de 2.2.

b : para paredes externas de color crema, se determina un valor de 0.55.

R_s : Para la Latitud 10° N, mes del proyecto marzo y máxima insolación a las 14:00 horas y pared soleada Norte, se utiliza la Tabla A 2 y se obtiene un valor de 38 kcal/h*m².

R_m : Para las 14:00 horas y pared soleada Norte, se utiliza la Tabla A 3 y se obtiene un valor de 38 kcal/h*m².

Por lo tanto, se obtiene el valor de la temperatura equivalente tanto para los elementos soleados y a la sombra:

Tabla 2.1-62 Temperatura equivalente en el salón de consultas. Fuente: Propia

Temperatura equivalente			
a	0.3	ΔT_{es} (°C)	2.3
b	0.55	R_s	38
R_m	38	ΔT_{em} (°C)	10.3
T_{eq}			
		7.00 (°C)	

A continuación, se prosigue a la determinación de ganancias de calor por transmisión:

Tabla 2.1-63 Ganancias de calor por transmisión en el salón de consultas. Fuente: Propia

Calor por transmisión				
paredes				
Orientación	U (kcal/h.m ² .°C)	A (m ²)	ΔT (°C)	Q (kcal/h)
Norte	1.71	4.09	7.00	48.91
Sur TR	1.71	4.76	2.6	21.16
Este	1.71	7.28	2.6	32.37
Oeste	1.71	7.28	2.6	32.37
			Total	134.81
ventanas				
Orientación	U (kcal/h.m ² .°C)	A (m ²)	ΔT (°C)	Q (kcal/h)
Norte	5.5	2.774	7.00	106.80
			Total	106.80
puertas				
Orientación	U (kcal/h.m ² .°C)	A (m ²)	ΔT (°C)	Q (kcal/h)
Sur TR	2.6	2.1	2.6	14.20
			Total	14.20
techo y piso				
Orientación	U (kcal/h.m ² .°C)	A (m ²)	ΔT (°C)	Q (kcal/h)
Techo	2.83	12.74	2.6	93.74
			Total	93.74

El total de las ganancias por transmisión de todos los elementos considerados es de:

$$Q_{trans} = 349.54 \text{ kcal/h}$$

- Ganancias de calor debido a la ventilación por persona

$$Q_{vent} = (\# \text{ de personas}) * \dot{V} \rho C_p (T_1 - T_2)$$

El número de personas es de 2, considerando máxima capacidad, el valor de flujo volumétrico por persona es de 45 m³/h*prs según Tabla A 11, con una densidad del aire de 1.22 m³/kg, con un calor específico del aire de 1.005 kJ/kg*°C, temperatura de bulbo seco exterior de 33°C y una temperatura interior de 29°C, se obtiene:

$$Q_{vent} = 105.60 \text{ kcal/h}$$

- Ganancias debidas a condición de las personas

El calor sensible y latente depende de la condición en la cual se encuentra cada persona, en el grado de la actividad, en el tipo de aplicación y la temperatura del área climatizada (Tabla A 10):

Tabla 2.1-64 Ganancias de calor por personas en el salón de consultas. Fuente: Propia

Calor por persona				
Condición	Cantidad	Q sensible (kcal/h)	Q latente (kcal/h)	Sub total (kcal/h)
Sentadas	1	61	52	113
Paradas	1	64	62	126
Caminando	0	96	156	0
			Total	239 kcal/h

- Ganancia de calor por área iluminada

Para la determinación de la potencia máxima de iluminación, se utiliza la Tabla A 9 que expone los valores de eficiencia energética (*E*) para los tipos de instalación de luminarias.

$$Q_{ilum} = A * Pot_{lx}$$

$$Pot_{lx} = E * lux = 19.05 \text{ W/m}^2$$

$$Q_{ilum} = 104.34 \frac{\text{kcal}}{\text{h}}$$

- Ganancia de calor por equipos electrónicos

Tabla 2.1-65 Ganancias de calor por equipos electrónicos en el salón de consultas.
Fuente: Propia

Equipo	Cantidad	Ganancia Q (kcal/h)	Sub Total (kcal/h)
Laptop	1	257.04	257.04
		Total	257.04 kcal/h

- Ganancia de calor total

$$Q_T = 1,123.85 \frac{\text{kcal}}{\text{h}}$$

$$Q_T = 0.37 TR$$

Debido a todas las aportaciones de calor consideradas, se obtiene la capacidad del equipo de aire acondicionado:

$$C_{RF} = 0.45 TR$$

Recepción del instituto de investigaciones

- Ganancia de calor por radiación

$$Q_{radiacion} = \frac{q}{A} (A) f_c f_s f_A$$

Nota: El calor por radiación es CERO debido a que esta zona se encuentra totalmente en sombra, por lo que no tiene ventanas expuestas a los rayos del sol.

- Ganancia de calor por transmisión

$$Q_{trans} = UA\Delta T$$

Para el cálculo de esta aportación de calor al recinto, es necesario determinar el coeficiente de transferencia global correspondiente a cada tipo de material, por lo que se tiene:

- Paredes de 20 cm de espesor de ladrillo macizo ordinario y con repello de 15 mm, en base a la Tabla A 7 se obtiene un valor de $U_p=1.71$.
- Para piso y techo o losa se tiene hormigón vertido con una densidad de 2550 kg/m^3 , con un espesor de 15 cm y con repello ligero de 15 mm de espesor, en base a la Tabla A 7 se obtiene un valor de $U_{pt}=2.83$.
- En base a la Tabla A 8 se obtienen los valores del coeficiente de transferencia global para ventanas de vidrio sencillo y de chasis simple de $U_v=5.5$; y para puertas de un espesor de 3.8 cm $U_{pr}=2.6$.

Las áreas de los elementos antes mencionados se determinan en base a los planos proporcionados por la institución, la diferencia de temperatura equivalente se determina en base a los siguientes parámetros:

$$\Delta t_s = a + \Delta t_{es}$$

a : factor que es determinado con la diferencia de la máxima temperatura en el exterior ($T_{\text{exterior}} = 33^\circ\text{C}$) y la temperatura de diseño requerida para el área a climatizar ($T_{\text{diseño}} = 23^\circ\text{C}$), en base a la Tabla A 6 se obtiene un valor de 0.3.

Δt_{es} : considerando el peso de las paredes (391 kg/m^2), la hora del proyecto (14:00 horas) y la pared a la sombra (pared Sur), en base a la Tabla A 5 se obtiene un valor de 2.3.

Por lo tanto, se obtiene el valor de la temperatura equivalente para los elementos a la sombra:

$$\Delta t_s = 2.6$$

A continuación, se prosigue a la determinación de ganancias de calor por transmisión:

Tabla 2.1-66 Ganancias de calor por transmisión en recepción del instituto de investigaciones. Fuente: Propia

Calor por transmisión				
paredes				
Orientación	U (kcal/h.m ² .°C)	A (m ²)	ΔT (°C)	Q (kcal/h)
Norte	1.71	6.64	2.3	26.10
Sur TR	1.71	8.74	2.3	34.36
Este	1.71	8.12	2.3	31.94
Oeste	1.71	7.08	2.3	27.86
			Total	120.26
puertas				
Orientación	U (kcal/h.m ² .°C)	A (m ²)	ΔT (°C)	Q (kcal/h)
Norte	2.6	4.2	2.3	25.12
Sur TR	2.6	2.1	2.3	12.56
oeste	2.6	2.1	2.3	12.56
Oeste	2.6	3.136	2.3	18.75
			Total	68.99
techo y piso				
Orientación	U (kcal/h.m ² .°C)	A (m ²)	ΔT (°C)	Q (kcal/h)
Techo	2.83	28.251	2.3	183.89
			Total	183.89

El total de las ganancias por transmisión de todos los elementos considerados es de:

$$Q_{trans} = 373.13 \text{ kcal/h}$$

- Ganancias de calor debido a la ventilación por persona

$$Q_{vent} = (\# \text{ de personas}) * \dot{V} \rho C_p (T_1 - T_2)$$

El número de personas es de 3, considerando máxima capacidad, el valor de flujo volumétrico por persona es de 45 m³/h*prs según Tabla A 11, con una densidad del aire de 1.22 m³/kg, con un calor específico del aire de 1.005 kJ/kg*°C, temperatura de bulbo seco exterior de 33°C y una temperatura interior de 29°C, se obtiene:

$$Q_{vent} = 158.40 \text{ kcal/h}$$

- Ganancias debidas a condición de las personas

El calor sensible y latente depende de la condición en la cual se encuentra cada persona, en el grado de la actividad, en el tipo de aplicación y la temperatura del área climatizada (Tabla A 10):

Tabla 2.1-67 Ganancias de calor por personas en recepción del instituto de investigaciones. Fuente: Propia

Calor por persona				
Condición	Cantidad	Q sensible (kcal/h)	Q latente (kcal/h)	Sub total (kcal/h)
Sentadas	2	61	52	226
Paradas	1	64	62	126
Caminando	0	96	156	0
			Total	352 kcal/h

- Ganancia de calor por área iluminada

Para la determinación de la potencia máxima de iluminación, se utiliza la Tabla A 9 que expone los valores de eficiencia energética (E) para los tipos de instalación de luminarias.

$$Q_{ilum} = A * Pot_{lx}$$

$$Pot_{lx} = E * lux = 7.47 \text{ W/m}^2$$

$$Q_{ilum} = 90.73 \frac{\text{kcal}}{\text{h}}$$

- Ganancia de calor por equipos electrónicos

Tabla 2.1-68 Ganancias de calor por equipos electrónicos en recepción del instituto de investigaciones. Fuente: Propia

Equipo	Cantidad	Ganancia Q (kcal/h)	Sub Total (kcal/h)
Computadora	1	257.04	257.04
Laptop	1	257.04	257.04
Impresora	1	138.60	138.60
Ups	1	126.00	126.00
		Total	778.67 kcal/h

- Ganancia de calor total

$$Q_T = 1,752.92 \frac{\text{kcal}}{\text{h}}$$

$$Q_T = 0.58 TR$$

Debido a todas las aportaciones de calor consideradas, se obtiene la capacidad del equipo de aire acondicionado:

$$C_{RF} = 0.70 TR$$

2.1.5 Capacidad para los equipos de A/A requerida

Tabla 2.1-69 Resumen de capacidad de refrigeración requerida para los aires acondicionados

Sección	Área	Capacidad (TR)	Total (TR)
Nivel 1	Auditorio	18.52	19.24
	Sala de proyecciones	0.72	
Nivel 2, lado Derecho	Aula 2	2.31	11.33
	Aula 3	2.57	
	Laboratorio SIG	4.54	
	Laboratorio de investigaciones	1.91	
Nivel 2, lado Izquierdo	Aula 1	2.49	9.66
	Jefatura de UP	0.71	
	Cubículo de UP	1.71	
	Recepción de UP	1.43	
	Salón de Usos Múltiples	1.23	
	Jefatura de Inst. Inv.	0.94	
	Salón de consultas de Inst. Inv.	0.45	
	Recepción de Inst. Inv.	0.70	

Debido a lo cálculo de cargar térmicas y a los valores más cercanos para la selección de la capacidad de los equipos, se requiere para cada nivel del edificio **20 TR**; es decir, para lo que corresponde el área del auditorio del primer nivel se requiere de dos equipos con una capacidad de **10 TR** cada uno, mientras que para el área de oficinas del segundo nivel del edificio también se requieren dos equipos de **10 TR** cada uno.

2.2 Metodología y procedimientos para implementar el sistema de gestión de la energía

2.2.1 Plan de trabajo

ETAPA 1	PREPARACIÓN <ul style="list-style-type: none"> ▪ Marco de referencia bibliográfica ▪ Ámbito de aplicaciones ▪ Recopilación de Información 	
ETAPA 2	AUDITORIA ENERGETICA <ul style="list-style-type: none"> ▪ Estado de Instalaciones ▪ Análisis de los suministros energéticos ▪ Criterios de elección y utilización 	ANALISIS DE ENERGIA <ul style="list-style-type: none"> ▪ Consumo de energía eléctrica ▪ Procesos dentro de la institución ▪ Medición y recolección de datos
ETAPA 3	INICIOS PARA EL SGE <ul style="list-style-type: none"> ▪ Procesos y procedimientos dentro de la institución ▪ Caracterización de las actividades ▪ Análisis de brechas ▪ Capacitación sobre el SGE 	
ETAPA 4	PLAN PARA LA IMPLEMENTACION DEL SGE <ul style="list-style-type: none"> ▪ Integración del comité de EE y desarrollo de la política energética ▪ Desarrollo del ciclo de mejora continua del SGE (ISO 50001) ▪ Informe final 	

Etapas del proyecto

- ETAPA 1: Recopilación de datos de la institución y de referencia.
- ETAPA 2: Auditoria energética y desarrollo de línea base de EE.
- ETAPA 3: Inicios o etapa preliminar para el SGE.
- ETAPA 4: Plan del SGE ISO 50001.

ETAPA 1:

Consiste en formar los lazos de trabajo con la institución, mediante la aprobación de las autoridades concernientes para el desarrollo del proyecto, así como también, la gestión de datos de la institución, dialogo con los jefes de cada área, prestamos de equipos y el desarrollo del marco referencial pertinente.

ETAPA 2:

Esta etapa consiste en el desarrollo de una auditoria mediante el reconocimiento de las instalaciones de la institución, se pretende recolectar información para elaborar un inventario de equipos de oficina.

Además de un análisis del diseño de las instalaciones, registros de estrés térmico, el promedio de concurrencia del personal y la caracterización del sistema y los equipos de aire acondicionado instalados.

Al mismo tiempo, monitorear el comportamiento de la demanda en el transcurso del tiempo para establecer la Línea Base. Esta es la referencia cuantitativa que se va a utilizar para conocer el desempeño energético del edificio. La línea de base energética nos servirá para evaluar los ahorros energéticos una vez puestas en marcha las acciones de eficiencia planificadas bajo la supervisión de la dirección. En esta etapa se elaborará la curva de demanda o consumo energético.

ETAPA 3

Consiste en identificar los procesos y procedimientos dentro de la institución, para caracterizar las actividades de todo el personal y como estos se relacionan entre sí, para poder obtener parámetros de referencia como la no

cultura de eficiencia energética y por medio de una capacitación ejecutar los primeros pasos del SGE junto con el personal.

ETAPA 4

Se busca la implementación del SGE mediante la integración del comité de EE y por medio de este el establecimiento de la política energética de la institución y los planes de acción para la ejecución de ciclo de mejora continua en base al estándar ISO 50001. Al mismo tiempo, mostrar resultados cualitativos y cuantitativos del SGE que demuestren un ahorro y uso racional de la energía.

Equipos de Medición

Los equipos requeridos para la realización del proyecto se asignan a cada una de las actividades que se muestran el cronograma y a continuación se enlistan:

1. Multímetro
2. Termómetro digital
3. Analizador de redes trifásico
4. Cinta de medición
5. Cámara Digital
6. Luxómetro, entre otros.

Cronograma de actividades

A continuación, se muestra el diagrama de actividades donde se muestra la secuencia de las mismas mediante un Diagrama de Gantt y al mismo tiempo los recursos asignados para cada actividad si estas lo precinden.

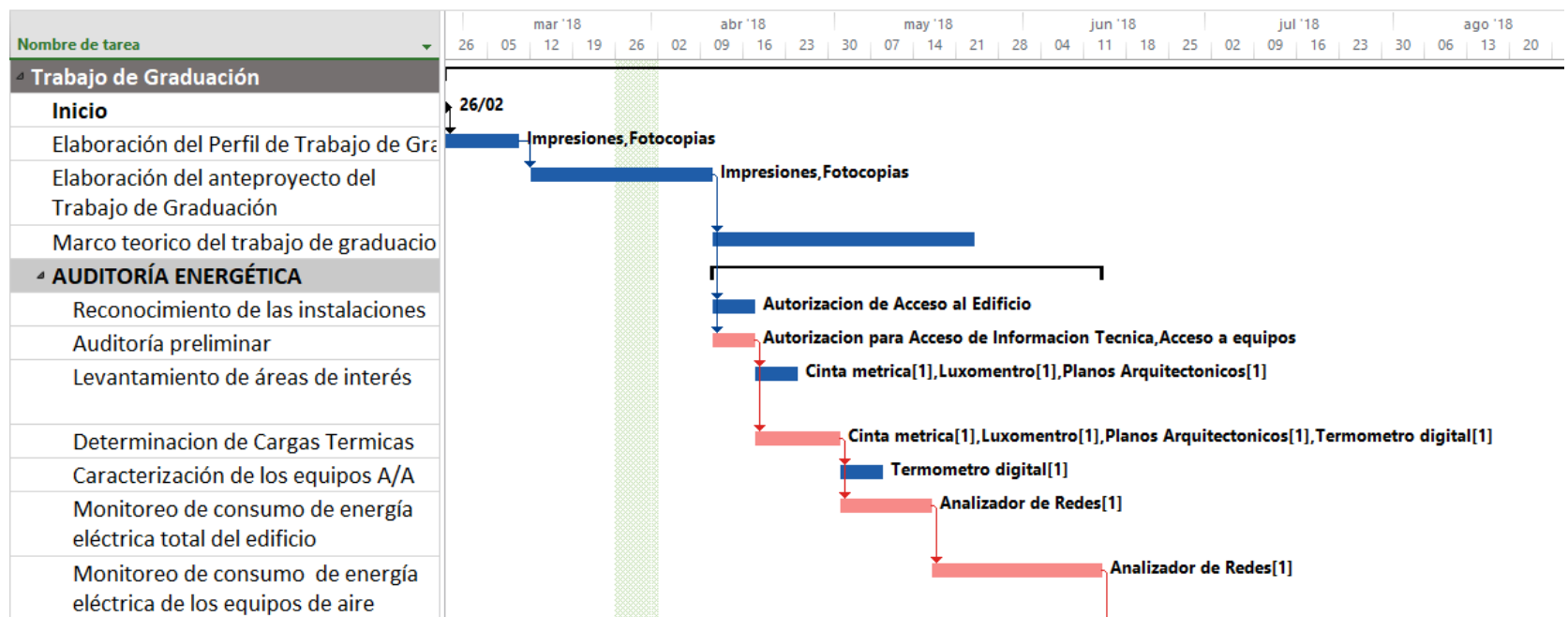


Figura 2.2-1 Cronograma de actividades y recursos, Sección 1. Fuente: Propia

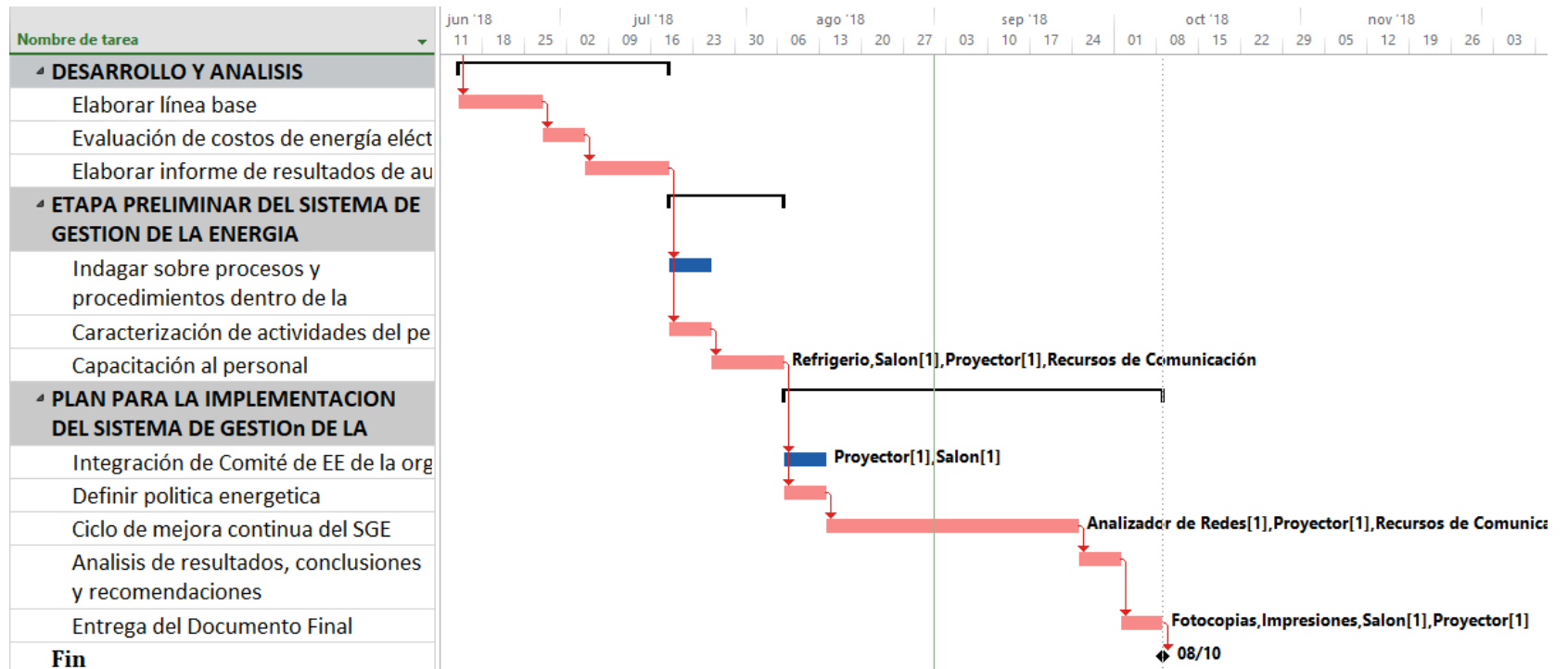


Figura 2.2-2 Cronograma de actividades y recursos, Sección 2. Fuente: Propia

2.2.2 Generalidades de la Organización

Este trabajo de graduación pretende mostrar una forma aplicativa de sistemas de gestión de energía, y para ello se consideró desarrollarlo en el edificio donde se ubican las instalaciones del Instituto de Investigaciones Agroalimentarias, Ambientales y Escuela de Postgrado y Educación Continua (figura 2.2-3), el cual pertenece a la Facultad de Ciencias Agronómicas en la Universidad de El Salvador.



Figura 2.2-3 Edificio del Instituto de Investigaciones Agroalimentarias, Ambientales y Escuela de Postgrado y Educación Continua. Fuente: Propia.

2.2.3 Marco Institucional

La Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador fue creada en 1964 y hasta la fecha ha graduado a una gran cantidad de profesionales que han ostentado honrosos cargos públicos o privados.

La Corporación universitaria estará integrada por el conjunto de sus estudiantes, su personal académico y sus profesionales no docentes.

Para el cumplimiento de sus fines, la Universidad conservará y establecerá las Facultades, Escuelas, Departamentos, Institutos y Centros de Extensión Universitaria que juzgue conveniente, de acuerdo con las necesidades educacionales y los recursos de que disponga. Todos estos organismos formarán una sola entidad cohesiva y correlacionada en la forma más estrecha. (Asamblea General Universitaria, 1999)

Actualmente la Facultad de Ciencias Agronómicas administra tres carreras de grado: Ingeniería Agronómica, Licenciatura en Medicina Veterinaria y Zootecnia (impulsada a partir de 1999) e Ingeniería Agroindustrial (impulsada a partir de 2010) y dos de postgrado: Maestría en Evaluación de Peligrosidades Naturales y Maestría en Gestión Integral del Agua.

Su misión: "Formar profesionales en las ciencias agropecuarias, capaces de incidir mediante el uso del conocimiento científico y tecnológico en la solución de problemas agroambientales, con criterios de sostenibilidad, solidaridad, ética y bienestar social".

Y su visión: "Ser la Facultad líder, gestora de cambios de las ciencias agropecuarias y referente en la Educación Superior, generando la diversificación en las cadenas agroalimentarias, manejo de los recursos naturales y el ambiente"

Los recursos que la Facultad de Ciencias Agronómicas pone a disposición de los futuros profesionales son: Una Estación Experimental que tiene un área de 143 manzanas en la jurisdicción de San Luis Talpa, Departamento de La Paz, la cual tiene instalaciones para la ganadería, agricultura y agroindustria. Agua abundante, y sistemas de riego, Maquinaria Agrícola, aulas, cafetín, una planta procesadora para alimentos agropecuarios, fábrica de concentrado y toda una gama de herramientas agrícolas y pecuarias.

Para transportar a los futuros profesionales a la Estación Experimental como a diferentes lugares del país donde se realizan prácticas de laboratorio, giras de observación e investigación, se cuenta con una unidad responsable del transporte que administra: 5 buses con capacidad para 50 estudiantes cada uno; 2 microbuses modernos con capacidad para 25 estudiantes cada uno; un microbús con capacidad de 15 estudiantes y 4 Pick up 4 x 4 de doble cabina para giras de reconocimiento, prelaboratorios, asistencia social a las comunidades y de investigación.

Para el desempeño académico, la Facultad está organizada en Departamentos que cuentan con laboratorios especializados: Departamento de Protección Vegetal, con Laboratorio de microbiología, entomología, fitopatología y un museo entomológico; El Departamento de Fitotecnia cuenta con un laboratorio con especialidad en biología general, botánica agrícola y fitomejoramiento, además de contar con un laboratorio de Cultivo de Tejidos. El Departamento de Recursos Naturales y Medio Ambiente cuenta con un laboratorio equipado para el área de suelo y agua; laboratorio de hidráulica y equipo especializado en diferentes áreas de la Ingeniería Agrícola, los recursos naturales y el medio ambiente. El Departamento de Química Agrícola administra

un laboratorio de docencia y uno de investigación en las áreas de análisis bromatológico nutricional humano, vegetal y animal y análisis de calidad química y física del agua. El Departamento de Zootecnia cuenta con Laboratorios especializados en: Radio Inmunoensayo (RIA), Laboratorio de Prueba de inmunidad ligada a enzimas (ELISA), Laboratorio de Biotecnología de la Reproducción animal y un laboratorio para la enseñanza de la zootecnia. El Departamento de Medicina Veterinaria posee un laboratorio de la enseñanza en salud animal y una clínica de especies menores. El Departamento de Desarrollo Rural cuenta con áreas especializadas apoyadas con Recurso humano en aspectos sociales y económicos del desarrollo rural-local. La Unidad de Posgrado apoya al desarrollo de las carreras a través de su personal docente y el Laboratorio de Sistemas de Información Geográfico. cada laboratorio cuenta con equipo moderno y especializado de acuerdo a las áreas de investigación y enseñanza. La Facultad de Ciencias Agronómicas cuenta además con una Biblioteca especializada, completa y actualizada, ubicada en la Biblioteca de las Ingenierías. Toda la docencia es apoyada a través de diferentes Unidades como son: Unidad de Desarrollo Académico la cual planifica, monitorea y evalúa la docencia, investigación y proyección social. El Centro Computo para la formación en la informática y el apoyo al desarrollo académico de docentes y estudiantes. Además, con la Administración Académica local, la cual administra los procesos y coordina la vida estudiantil de la Facultad.

2.2.4 Actividades de la Institución

El Instituto de Investigaciones Agroalimentarias, Ambientales y Escuela de Postgrado y Educación Continua se desarrollan diferentes actividades que se relacionan principalmente al sector servicios en la rama de educación. Cuenta en

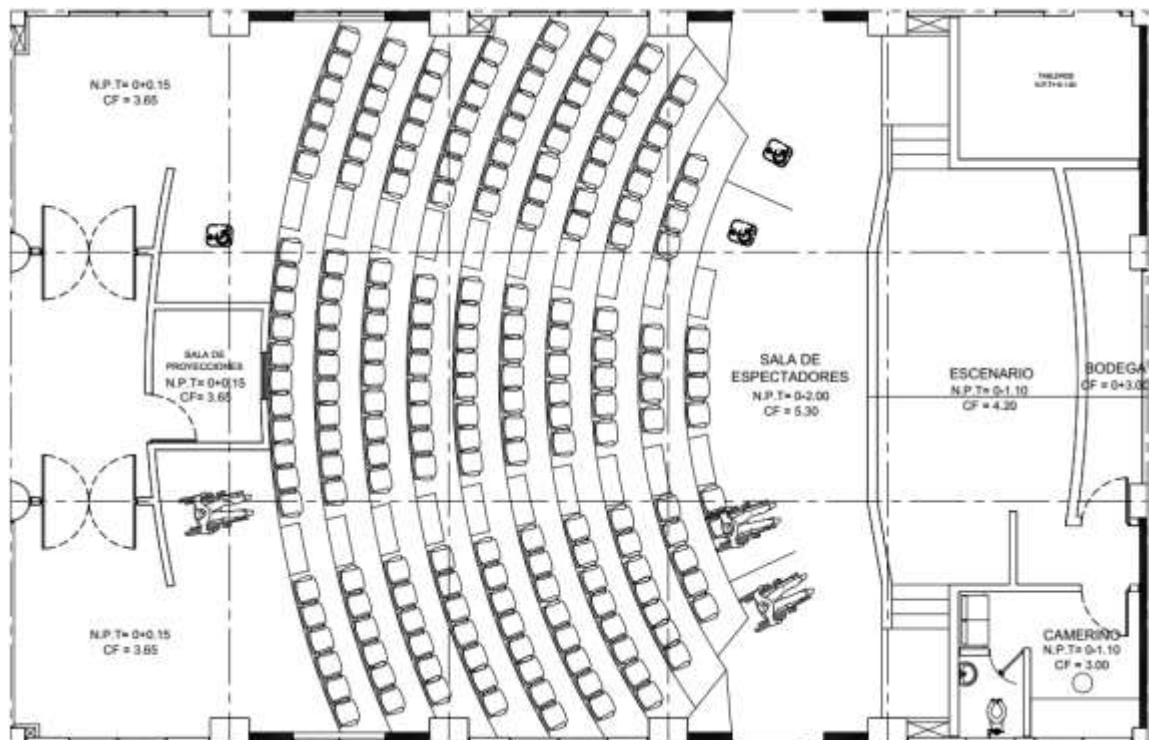


Figura 2.2-5 Planta arquitectónica primer nivel: auditorium. Fuente: Facultad de Ciencias Agronómicas.

En el auditorium, ubicado en el primer nivel, el cual cuenta con aire acondicionado, se desarrollan eventos periódicamente, en promedio 2 eventos de 4 horas por semana.

2.2.5 Análisis de la ubicación de las instalaciones

Los principales factores dependientes del clima en que se emplaza un edificio y que afectan el bienestar de los ocupantes son la temperatura, humedad, radiación solar, vientos, nubosidad y pluviometría. A estos factores dependientes se les llama parámetros climáticos.

Parámetros Climáticos

El Salvador está situado en la parte Norte del cinturón tropical de la Tierra, de tal modo que en noviembre y octubre se ve influenciado principalmente por vientos del Noreste y, ocasionalmente, por nortes rafagosos que nos traen aire

fresco originado en regiones polares de Norteamérica, pero calentado en gran medida al atravesar el Golfo de México en su camino a Centroamérica.

Según la altura en metros sobre el nivel medio del mar, se distinguen las siguientes tres zonas térmicas en El Salvador, de acuerdo al promedio de la temperatura ambiente a lo largo del año.

De 0 a 800 metros: Promedio de temperatura disminuyendo con la altura de 27 a 22 °C en las planicies costeras y de 28 a 22 °C en las planicies internas.

De 800 a 1,200 metros: Promedio de temperatura disminuyendo con la altura de 22 a 20 °C en las planicies altas y de 21 a 19 °C en las faldas de montañas.

De 1,200 a 2,700 metros: De 20 a 16 °C en planicies altas y valles, de 21 a 19 en faldas de montañas y de 16 a 10 °C en valles y hondonadas sobre 1,800 metros.³

El municipio de San Salvador está ubicado geográficamente a una Latitud de 13°41'22"N y una Longitud de 89°11'14"O. La altitud media de dicho municipio son 670 msnm; lo cual indica, según la clasificación de las zonas térmicas del SNET, Koppen, Sapper y Lauren (0-800 msnm) que las temperaturas promedio del municipio son de 28 a 22°C (figura 2.2-6), denominada Sabana Tropical Caliente.

³ (MARN snet, s.f.)

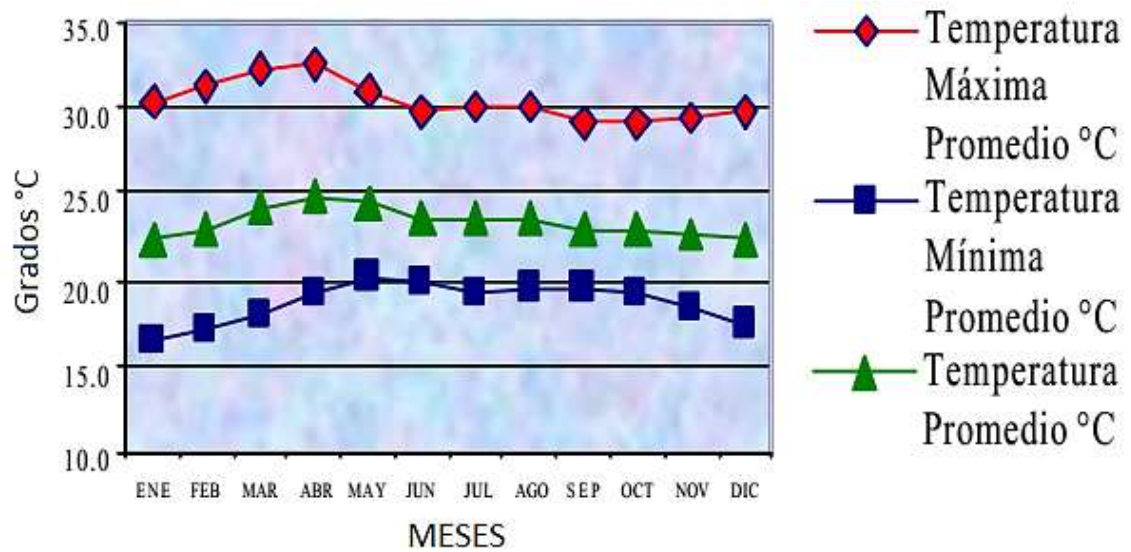


Figura 2.2-6 Promedio mensual temperatura máxima, mínima y promedio del departamento de San Salvador. Fuente: (MARN snet, s.f.)

Los rumbos de los vientos son predominantes del Norte durante la estación seca y la estación lluviosa, la brisa marina del Sur y Sureste ocurre después del mediodía, la velocidad promedio anual es de 8 km/h.

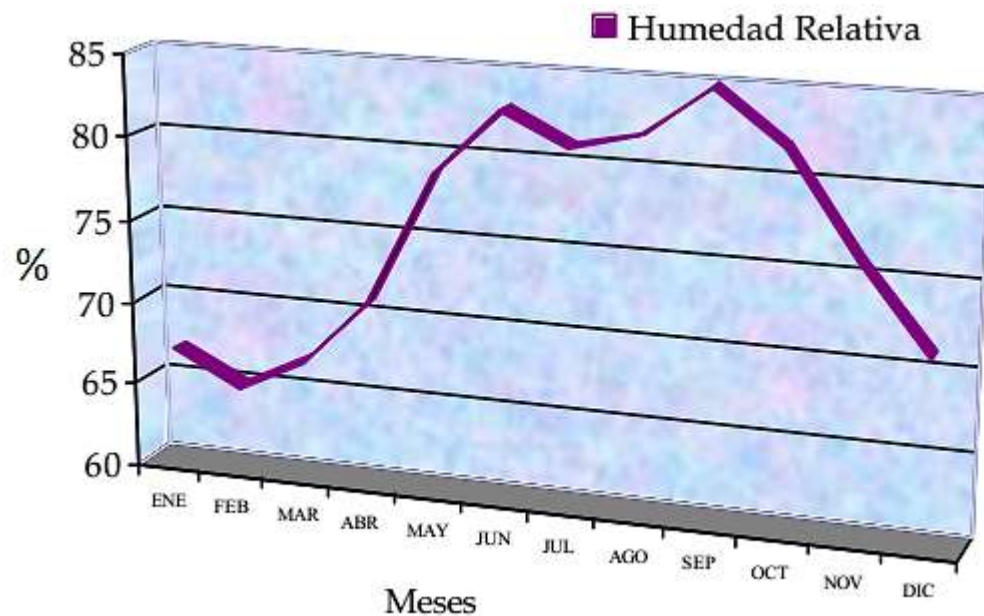


Figura 2.2-7 Promedio mensual de humedad relativa en San Salvador. Fuente: (snet)

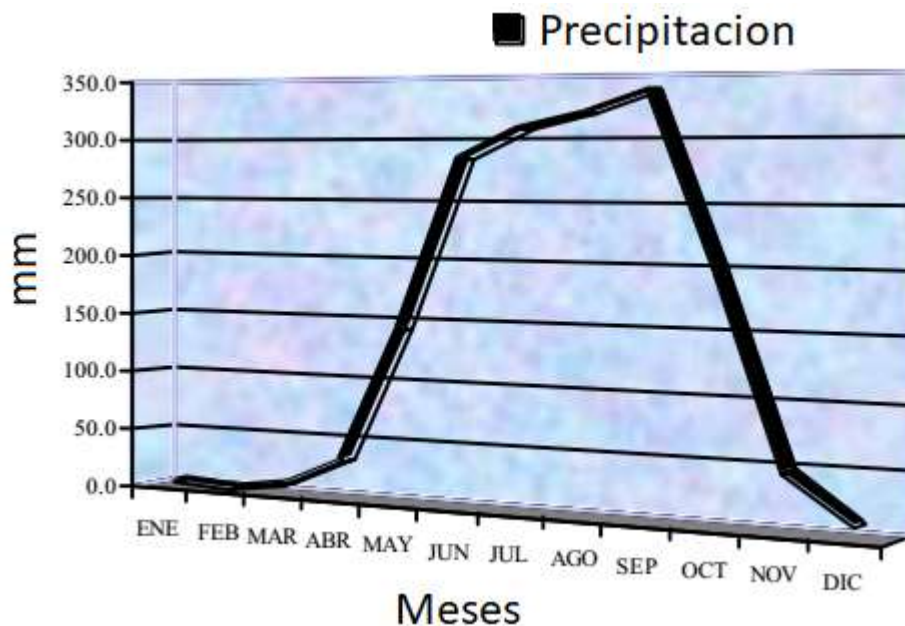


Figura 2.2-8 Promedios mensuales de precipitación en San Salvador. Fuente: (snet)

Orientación de las instalaciones

Una vez que realizado un análisis de las características climáticas, es decir el perfil climatológico del emplazamiento de la investigación, se debe analizar el diseño arquitectónico para aprovechar las ventajas del clima y minimizar sus desventajas, con el objetivo de alcanzar el bienestar de los usuarios del edificio con un mínimo consumo de energía

La orientación del edificio determina en gran parte la demanda energética de refrigeración del mismo. Una buena orientación minimiza considerablemente las demandas energéticas a través del control de las ganancias solares.

Los edificios con oficinas se caracterizan por altas ganancias internas generadas por usuarios, equipos e iluminación, por lo que se recomienda, siempre que sea posible, una orientación norte y sur de sus fachadas principales (figura 2.2-9), ya que esto facilita las estrategias de protección de fachadas. Una

orientación oriente y poniente es menos recomendable, ya que la incidencia solar es más compleja de controlar en estas fachadas.

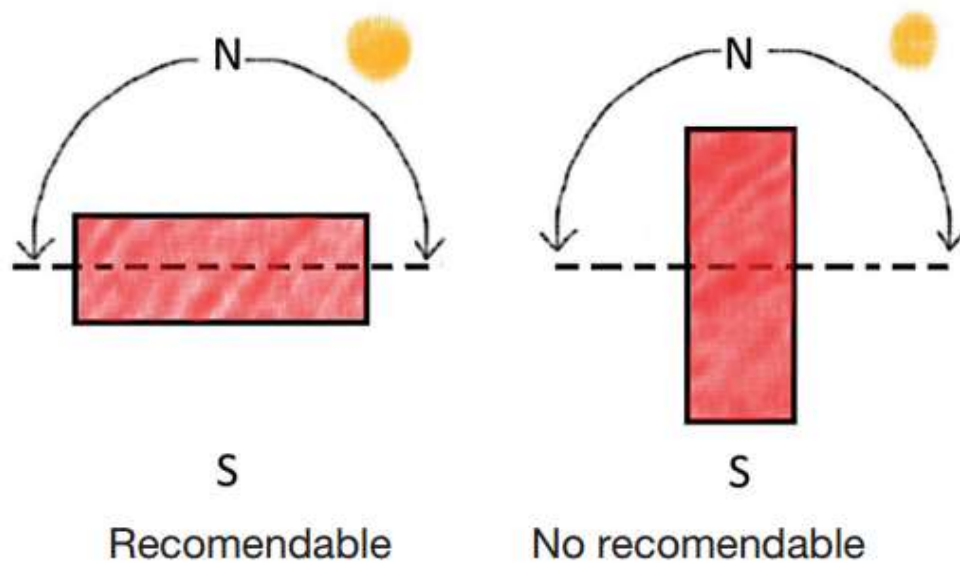


Figura 2.2-9 Orientación de las fachadas. Fuente: Manual de Diseño Pasivo y EE en Edificios Públicos, Innova Chile 2012.

El edificio en cuestión para este trabajo se orienta según la figura 2.2-10, con la fachada hacia el norte.



Figura 2.2-10 Orientación tomada desde el frente del edificio, fachada hacia el oeste. Fuente: propia.

Las distintas fachadas de una edificación tienen diferentes condiciones de asoleamiento.

Una fachada orientada al norte recibe la radiación solar durante la mayor parte del día, dependiendo de la latitud en que se encuentre y la época del año. En invierno tendrá una mayor penetración a través de superficies acristaladas.

Esta fachada se puede sombrear fácilmente en verano con protecciones como cortinas, aleros o repisas de luz.

2.2.6 Procedimiento para la implementación de una SGE

Etapas del estándar ISO 50001:2011

Los Sistemas de Gestión de la Energía (SGE) se basan en el ciclo de mejora continua, o también llamado ciclo de Deming: Planificar-Ejecutar-Verificar-Actuar.

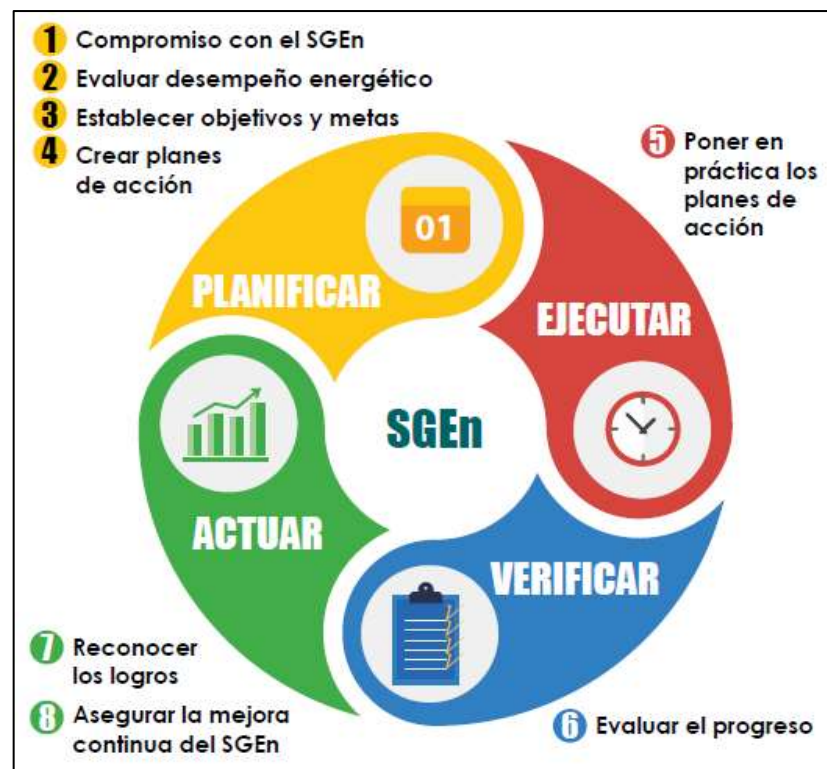


Figura 2.2-11 Ciclo Deming en el estándar ISO 50001; Fuente: revista PESAE 6ta edición, 2017.

Explicando la figura 2.2-11 se tiene que:

- ✓ Planificar: Se centra en entender el comportamiento energético de la organización para establecer los controles y objetivos necesarios que permitan mejorar el desempeño energético
- ✓ Ejecutar: Busca implementar procedimientos y procesos regulares, con el fin de controlar y mejorar el desempeño energético.
- ✓ Verificar: Consiste en monitorear y medir procesos y productos, en base a las políticas, objetivos y características claves de las operaciones, así como reportar los resultados.
- ✓ Actuar: Es la toma de acciones para mejorar continuamente el desempeño energético en base a los resultados. (Agencia Chilena de Eficiencia Energetica, 2017)

Detalladamente los pasos para un buen sistema de gestión se describen en la siguiente imagen:

PASOS PARA EL DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SGEN

 PLANIFICAR	ETAPA 1 COMPROMISO CON EL SGEN	Paso 1.1 Designar un representante de la dirección Paso 1.2 Establecer un equipo de gestión de la energía Paso 1.3 Definir una política energética Paso 1.4 Definir alcance y límites del SGEN
	2 EVALUAR EL DESEMPEÑO ENERGÉTICO	Paso 2.1 Identificar y evaluar requisitos legales y otros Paso 2.2 Recopilar datos energéticos Paso 2.3 Establecer la línea de base energética Paso 2.4 Analizar datos energéticos Paso 2.5 Realizar evaluaciones técnicas y auditorías Paso 2.6 Establecer puntos de referencia Paso 2.7 Desarrollar un sistema de seguimiento
	3 ESTABLECER OBJETIVOS Y METAS	Paso 3.1 Determinar el marco de trabajo Paso 3.2 Estimar el potencial de mejora Paso 3.3 Definir objetivos y metas
	4 CREAR PLANES DE ACCIÓN	Paso 4.1 Definir etapas y fines Paso 4.2 Asignar funciones y destinar recursos
 EJECUTAR	ETAPA 5 PONER EN PRÁCTICA LOS PLANES DE ACCIÓN	Paso 5.1 Elaborar un plan de comunicación Paso 5.2 Sensibilizar al personal Paso 5.3 Fortalecer competencias Paso 5.4 Motivar al personal

Figura 2.2-12 Ciclo Deming en el estándar ISO 50001; Fuente: revista PESAE 6ta edición, 2017.



 VERIFICAR	ETAPA 6 EVALUAR EL PROGRESO	Paso 6.1 Dar seguimiento y control Paso 6.2 Medir los resultados Paso 6.3 Revisar los planes de acción
	ETAPA 7 RECONOCER LOGROS	Paso 7.1 Proporcionar reconocimiento interno Paso 7.2 Recibir el reconocimiento externo
 ACTUAR	ETAPA 8 ASEGURAR LA MEJORA CONTINUA DEL SGE _n	Paso 8.1 Realizar revisiones por la dirección Paso 8.2 Tomar decisiones para mejorar el SGE _n

Figura 2.2-13 Ciclo Deming en el estándar ISO 50001; Fuente: revista PESAE 6ta edición, 2017.

Beneficios del estándar ISO 50001:2011

Un SGE aporta los beneficios siguientes a las organizaciones:

- ✓ Ayuda a identificar, priorizar y seleccionar las acciones para la mejora del desempeño energético con base en su potencial de ahorro y el nivel de Inversión requerido
- ✓ Reduce costos al aprovechar al máximo los recursos energéticos.
- ✓ Impulsa la productividad y el crecimiento (mayor aprovechamiento, menor desperdicio).
- ✓ Promueve las mejores prácticas de gestión energética.
- ✓ Asegura la confianza y calidad de la información que se utiliza para la toma de decisiones.
- ✓ Facilita la integración de sistemas de gestión ya existentes.
- ✓ Desarrolla capacidades en la organización.

- ✓ Genera una cultura organizacional orientada a la gestión de la energía.

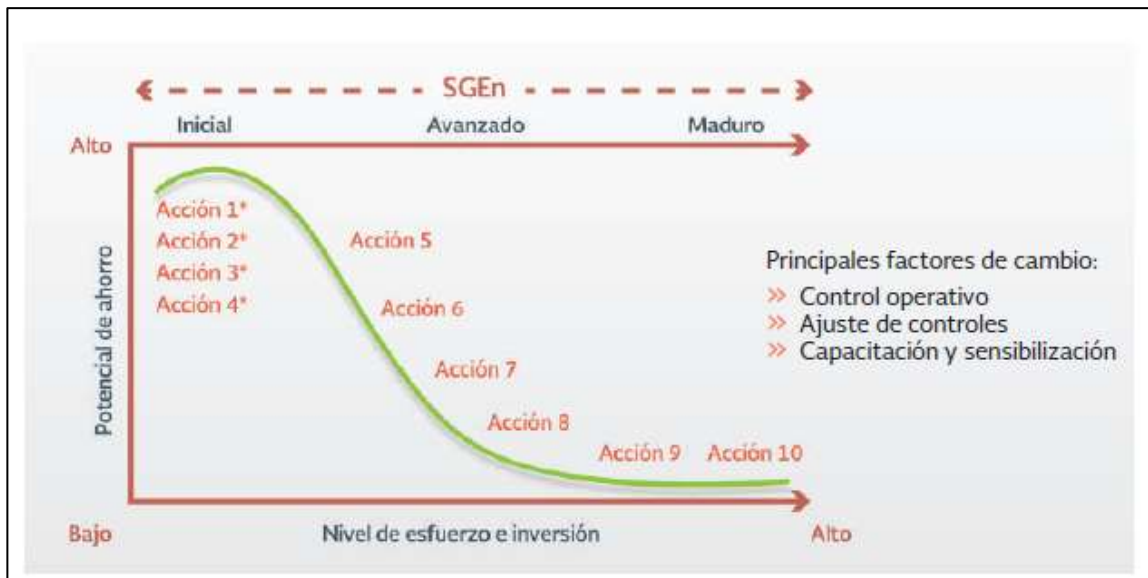


Figura 2.2-14 Identificación de acciones para mejorar el desempeño energético, Fuente: manual para la implementación de un sistema de gestión de energía, 2017.

Analizando en una etapa inicial el SGE se encontrarán muchas áreas de oportunidad para mejorar el desempeño energético. En un principio, las acciones a implementar pueden requerir de pocos esfuerzos de inversión, ya que en la mayoría de los casos se tratará de medidas simples. No obstante, en la medida que el SGE avanza hacia su estado de madurez, dichas áreas de oportunidad para el ahorro y uso eficiente de energía serán reducidas, y requerirán mayores esfuerzos de inversión debido a que se trata de acciones más complejas. (CONUEE y GIZ, 2017)

CAPÍTULO III – REQUISITOS DEL SGE Y PROPUESTAS DE APLICACIÓN

3.1 Requisitos generales (4.1)

Para comenzar a implementar lo que es un Sistema de Gestión de la Energía, debe existir el compromiso que debe garantizar la alta dirección para su implementación, mantenimiento y mejora conforme a los requisitos de la Norma ISO: 50001.

Entendiendo que la alta dirección cumpla su rol, los primeros pasos para el establecimiento del SGE es identificar, definir y documentar los alcances y límites que abarcaran la implementación de dicho sistema en El Instituto de Investigaciones Agroalimentarias. Por lo que, debe considerarse que el alcance considera las instalaciones de la institución, sus actividades de la institución y las acciones que conlleven el SGE; mientras que los límites son las fronteras organizacionales y/o física en donde será implementado el SGE.

Alta dirección debe decidir los alcances y los límites, documentarlos y refléjalos en el cumplimiento de los requisitos de la Estándar ISO 50001:2011 específicamente en la política energética. (Campos, 2013)

3.1.1 Responsables, actividades, evidencia y registros

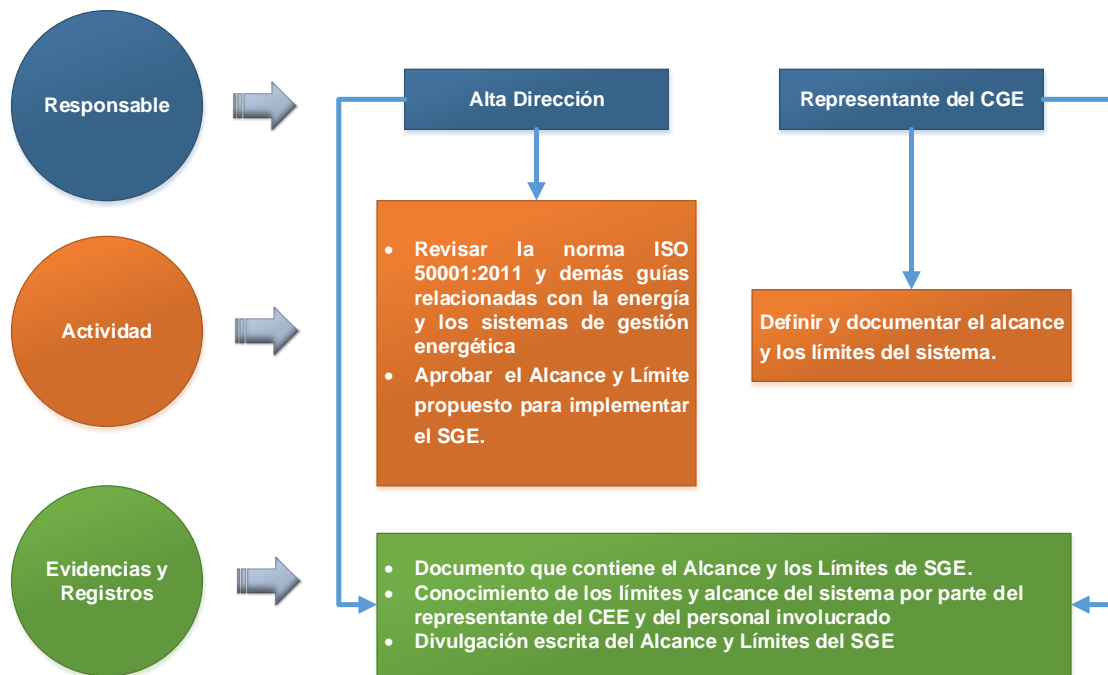


Figura 3.1-1 Diagrama de actividades para el cumplimiento de requisitos generales. Fuente: (Campos, 2013)

3.1.2 Alcances y límites de SGE para la institución

Alcances

El Sistema de gestión de la energía basado en el estándar ISO 50001:2011 se implementará en el Instituto de Investigaciones Agroalimentarias, Ambientales y Escuela de postgrado y Educación Continua, que pertenece a la Facultad de Agronomía de la Universidad de El Salvador, el cual busca caracterizar el consumo de la energía de los sistemas de aire acondicionados instalados en el edificio, de esta manera identificar el uso significativo de la energía y las acciones a realizar para mejorar o mantener la eficiencia energética.

Limites

En lo que abarca el desarrollo de este proyecto, se pretende dejar las bases fundamentales y estructurales durante la planificación, ejecución, verificación y revisión del SGE que mantendrán el uso racional y eficiente de la energía utilizada en los sistemas de aire acondicionado, esto se realizará en conjunto con el grupo de tesistas que desarrollan este documento y el personal pertinente que conformará el comité de eficiencia energética que exige el estándar ISO 50001:2011.

3.2 Responsabilidad de la alta dirección (4.2)

3.2.1 Alta dirección (4.2.1)

En este requisito se declaran los compromisos que adquiere la alta dirección del Instituto de Investigaciones Agroalimentarias con firme convicción de implementar el SGE y al mismo tiempo es la responsable de aprobar y revisar todos los procesos aplicables del Estándar ISO 50001:2011 para mostrar el cumplimiento del SGE.

Al mismo tiempo para dar cumplimiento de los requisitos del Estándar ISO 50001:2011, la alta dirección debe garantizar que existan los recursos necesarios y el personal adecuado en la implementación del SGE, los cuales son fundamentales en la etapa de planificación energética. La alta dirección debe designar un representante de la dirección y/o un equipo de gestión de la energía, también se debe comunicar a toda la institución lo importante que es tener un SGE y el rol fundamental tanto individual o en equipo de trabajo del personal, y como esto se involucra en cada área de la institución mediante los procesos que conllevan las actividades del SGE.

También la alta dirección debe de realizar revisiones para:

- Actualizar el SGE.
- Conocer el porcentaje de avance del SGE.
- Cumplir los requisitos establecidos por el Estándar ISO 50001:2011.
- Establecer mejoras en el desempeño energético. (Campos, 2013)

Actividades y responsables

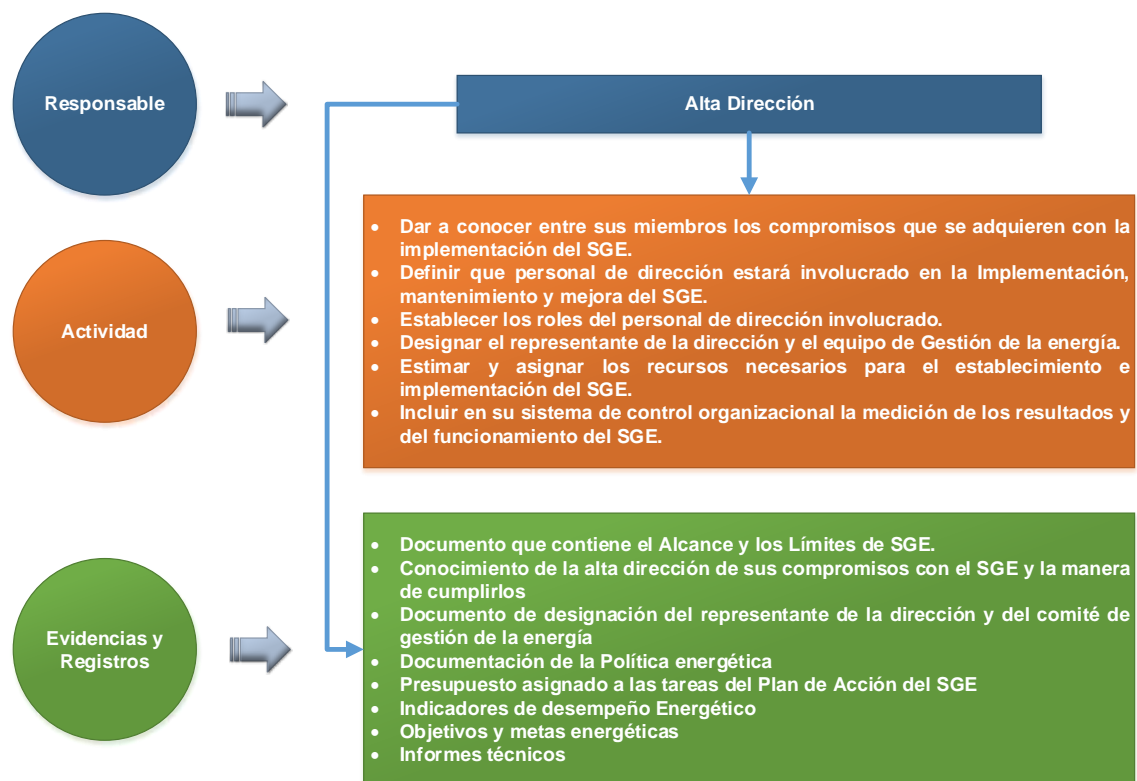


Figura 3.2-1 Diagrama de actividades para el cumplimiento de la alta dirección. Fuente: (Campos, 2013)

Así mismo, la junta directiva de la Facultad de Ciencias Agronómicas sería la que asumiera este rol fundamental dentro del proceso de implementación del SGE, en donde, se ve el interés de desarrollar este plan piloto en el Edificio de Postgrado y darle continuidad para ser pioneras en la optimización para el uso de los recursos energéticos con los que cuenta la institución.



Figura 3.2-2 Presentación en Junta Directiva para cumplimiento de Estándar ISO 50001.
Fuente: Propia

3.2.2 Representante de la alta dirección (4.2.2)

Es el que representa la máxima responsabilidad sobre el SGE, el encargado de asegurarse de la implementación, seguimiento y mejora del SGE mediante el desempeño energético y cumplimiento de los requisitos del Estándar ISO 50001:2011

Deberá tener los conocimientos, habilidades y competencias en:

- Estándar ISO 50001: Sistemas de Gestión de la energía.
- Procesos que se llevan a cabo en la organización.
- Usos, consumos de energía y variables que afectan el uso de la misma principalmente en los sistemas de aire acondicionados.
- Auditorías energéticas.
- Requisitos legales y otros relacionados con la energía.
- Habilidad para el planteamiento de objetivos y metas energéticas.

- Caracterización energética.
- Establecimiento de la línea de base energética.
- Establecimiento de indicadores de desempeño energético.
- Experiencia en Gestión de proyectos.
- Liderazgo, trabajo en equipo, habilidades comunicativas, organizacionales y de manejo de conflictos.

El representante debe tener el respaldo de la alta dirección y la autoridad para la toma de decisiones, si la organización es pequeña el representante pues solo puede ser una persona, pero para organizaciones que tienen muchas áreas de trabajo es necesario designar o conformar un comité de eficiencia energética.

Para el Instituto de Investigaciones Agroalimentarias se debe conformar un equipo interdisciplinario, con personal vinculado a las áreas con uso significativo de energía, que se comprometa en la planificación, implementación y mejora del sistema. La estructura del comité dependerá del alcance y objetivos del SGE, y se centrará que se cuente con el personal que hace cargo del funcionamiento de los sistemas de aire acondicionado y con el demás personal a cargo de las actividades que a diario realizan.

Es conveniente definir las funciones, responsabilidades y el tiempo requerido por cada miembro del Comité de Gestión de la Energía (CGE), y estipularlas en el contrato que estos tengan con la institución, si es requerido el CGE puede hacerse de los servicios de personas externas expertas para fortalecer, dinamizar y agilizar la implementación del SGE y el mejoramiento del desempeño energético. (Campos, 2013)

Actividades y responsables

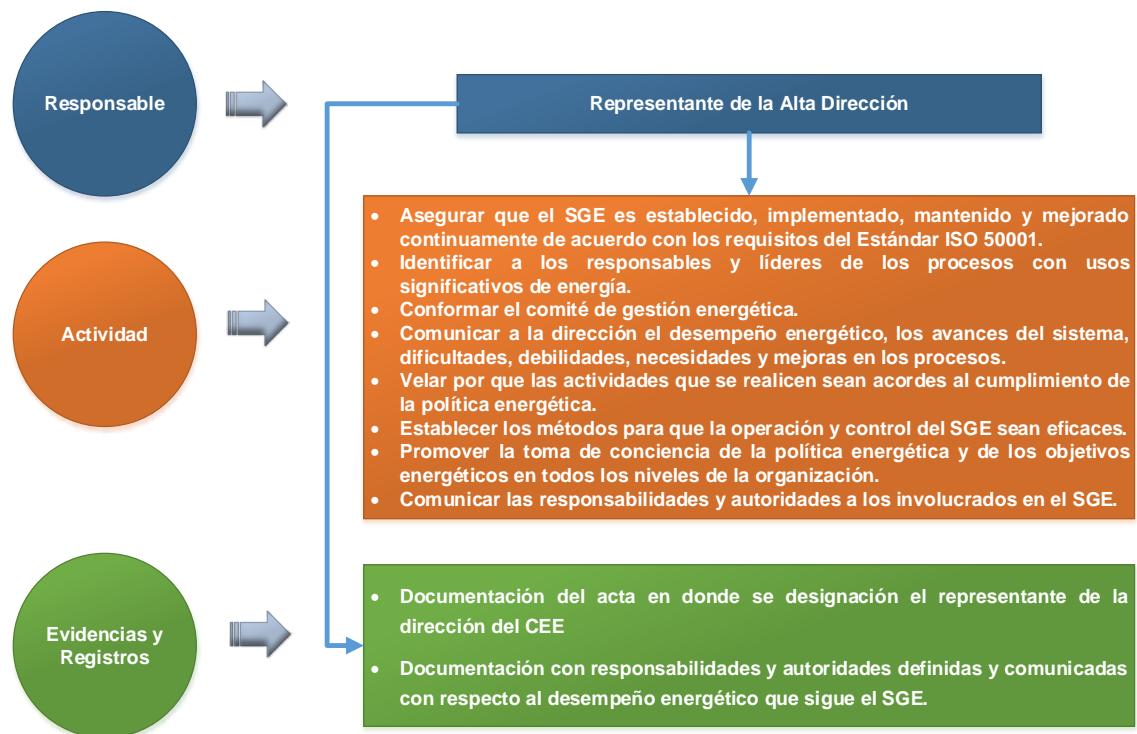


Figura 3.2-3 Diagrama de actividades para el cumplimiento de la del representante de la alta dirección.
Fuente: (Campos, 2013)

Jerarquía del para el SGE

Para la identificación de los roles y responsabilidades para la implementación del SGE es necesario jerarquizar las personas que llevaran a cabo el cumplimiento de los requisitos del Estándar ISO 50001:2011. Resaltando que, si hubiere CGE, este debe ser conformado por el Representante de la Alta Dirección y por lo jefes de cada área, así como se muestra en el siguiente esquema:

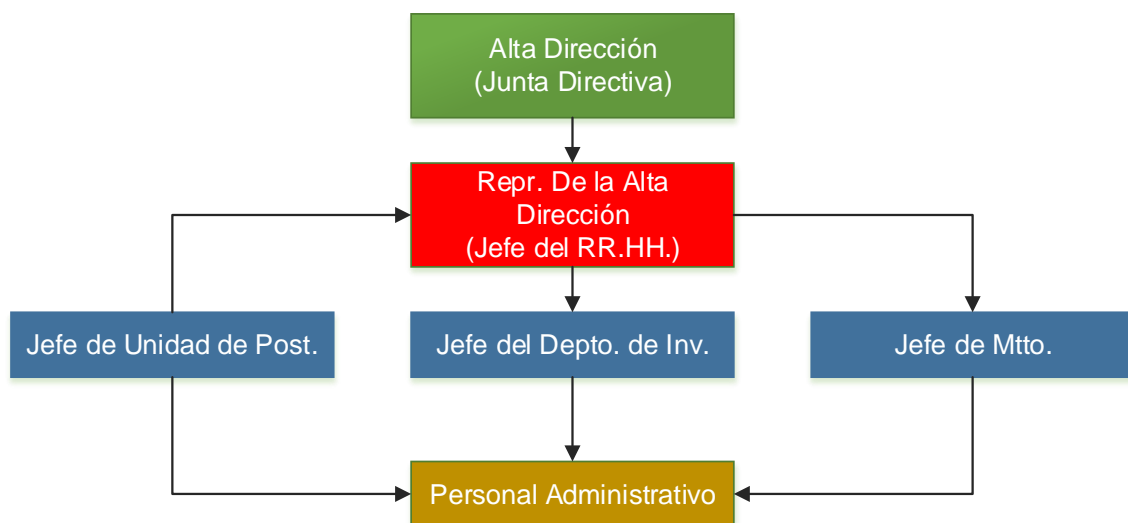


Figura 3.2-4 Jerarquía de la institución para el cumplimiento del SGE. Fuente: Propia

Roles del equipo de Eficiencia Energética

Tabla 3.2-1 Roles para el comité de gestión de la energía. Fuente: Propia

Tarea	Alta Dirección	Repr. de la Alta Dirección	Jefe de Unidad de Post.	Jefe del Depto. de Inv.	Jefe de Manto.
Desarrollo de política energética	Liderar	Liderar			
Aprobar política energética	Liderar	Participar			
Equipo energético		Liderar	Participar	Participar	Participar
Analista energético			Liderar		Participar
Capacitación		Participar	Participar	Liderar	
Control operacional		Participar			Liderar
Análisis de Ahorros		Liderar			

Monitoreo y seguimiento		Informar	Liderar		Participar
--------------------------------	--	----------	---------	--	------------

3.3 Política energética (4.3)

La política energética es el principal instrumento mediante el cual la organización expresa formalmente su compromiso y apoyo a la gestión de la energía. Ésta es esencial a la hora de implementar un SGE, ya que es el eje central de la implementación y la mejora del mismo, así como del desempeño energético de la organización dentro del alcance y los límites definidos. (Agencia Chilena de Eficiencia Energetica, 2017)

Debido a que la facultad no cuenta con una política energética se explicara que conlleva la creación de la misma.

3.3.1 Requisitos, pasos y responsables.



La creación de una política energética

En este paso la organización debe considerar aspectos propios de sus actividades e intereses tales como:

- ✓ La misión, visión, valores, objetivos y metas que representan a la Facultad.
- ✓ La integración de todas las partes relacionadas con el edificio e interesadas.
- ✓ La ubicación geográfica y tamaño del edificio.
- ✓ En este trabajo específicamente deberá ser enfocada en un principio a los sistemas de aire acondicionado que se están estudiando en el edificio.

RESPONSABLE: Alta dirección o equipo de gestión energética.

2

Cumplimiento de los requisitos

Para poder realizar la política energética sobre los sistemas de aire acondicionado la alta dirección debe tomar en cuenta el cumplimiento de los siguientes requisitos:

1. La política energética debe ser adecuada a la naturaleza y escala del uso y consumo de energía de los sistemas de aire acondicionado en la organización.
2. La política debe incluir un compromiso de mejora continua en eficiencia energética de los equipos de aire acondicionado.
3. Debe incluir un compromiso para asegurar la disponibilidad de la información, recursos necesarios para lograr los objetivos y metas, tales como manuales, procedimientos, etc.
4. Se debe tomar como obligación cumplir con los requisitos legales aplicables y requisitos a los que la organización suscribe relacionados a su uso consumo y eficiencia energética.
5. Proporcionar el escenario para establecer y revisar los objetivos y metas energéticos.
6. Debe respaldar el apoyo a la compra de productos y servicios energéticamente eficientes y de diseño para la mejora del desempeño energético de los equipos de aire acondicionado
7. Una vez realizada la política debe ser documentada y comunicada a todos los niveles dentro de la Facultad y usuarios del edificio.
8. Debe ser revisada periódicamente y actualizada cuando sea necesario.

RESPONSABLE: Alta dirección o equipo de gestión energética.

3 Documentación, Comunicación, revisión o actualización.

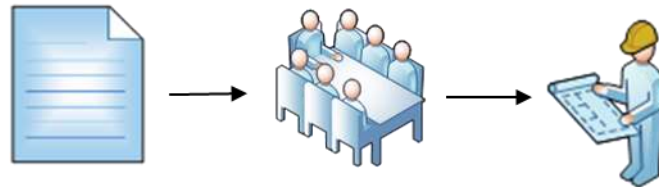


Figura 3.3-1 Tercer paso: documentación, comunicación, revisión o actualización, Fuente: propia; 2018.

- Revisada y aprobada la política debe documentarse, así como las actividades que se realizaran para su posterior divulgación y modificaciones.
- La política energética debe divulgarse ampliamente en todas las áreas de la de la facultad y a las partes interesadas, de modo tal que se demuestre el compromiso de la alta dirección de la organización frente a sus colaboradores y estudiantes.
- Se debe aprovechar los canales de comunicación existentes, como correo electrónico, pantallas informativas, además de la elaboración carteles o pizarrones informativos en salas de reuniones, cubículos de maestros, oficinas y salones de clases, así como el auditorium y lugares de mucha frecuencia de personas.
- Es preciso establecer tiempos de revisión de la política energética, para su actualización.

RESPONSABLE: Representante de la alta dirección.

3.3.2 Propuesta de política energética para el edificio de postgrados de la facultad de agronomía.

POLÍTICA ENERGÉTICA

La Facultad de Ciencias Agronómicas de La Universidad de El Salvador, cumpliendo su Misión y Visión de formar profesionales en las ciencias agropecuarias con conciencia ambiental y criterio de sostenibilidad, procurando ser la facultad líder y referente en Educación Superior en el manejo de recursos naturales adopta el compromiso de perseguir los objetivos energéticos a nivel Nacional, haciendo uso responsable y eficiente de sus recursos energéticos. Para ello, dicta la presente Política Energética, con la que pretende ejecutar El Plan de Gestión de la Energía basado en el Estándar Internacional ISO 50001:2011, para dar fiel cumplimiento a las siguientes metas:

- 1) Mejorar las buenas prácticas sobre la planificación y gestión de la energía en los sistemas de aire acondicionado, por parte de los trabajadores y personal relacionado con el edificio.*
- 2) Promover el uso eficiente y el ahorro energético en los sistemas de aire acondicionado.*
- 3) Proveer la información y los recursos necesarios para el eficiente uso de los equipos de aire acondicionado.*
- 4) Asegurar la compra de futuros productos que cumplan con los estándares de eficiencia energética, con el objetivo de mantener o mejorar el rendimiento energético.*
- 5) Realizar una planificación del uso del edificio y el uso de los equipos de aire acondicionado.*
- 6) Formar y sensibilizar al personal y los usuarios del edificio en materia de ahorro y eficiencia energética en el uso de aire acondicionado.*
- 7) Evaluar continuamente el comportamiento de los equipos de aire acondicionado con el fin de mantener o mejorar el nivel de desempeño energético.*

La presente política será evaluada y actualizada cada año, informando al personal y usuarios del edificio "Instituto de Investigaciones Agroalimentarias, Ambientales y Escuela de postgrado y Educación Continua", para garantizar su cumplimiento y seguir con un buen desempeño energético.

3.4 Planificación energética (4.4)

3.4.1 Generalidades (4.4.1)

Una vez planteada la clara intención de trabajar consistentemente en La gestión de La energía, el primer elemento esencial corresponde a la planificación energética.

Ésta consiste en reunir la información de consumo de energía y analizarla, con el fin de identificar:

- Los usos significativos de La energía y
- Las variables que lo afectan.

Del resultado de la planificación energética, se definen:

- Controles operacionales
- Actividades de seguimiento
- Medición y análisis de La organización.

De esta manera, la planificación se asocia a los requisitos medulares; es decir aquellos requisitos del área operacional y que permitirán la medición de la consiguiente mejora del desempeño energético de una organización.

Su contenido debe ser compatible con la política energética previamente establecida por La Organización y apoyar la mejora continua del propio SGE.

La planificación energética deberá responder preguntas como:

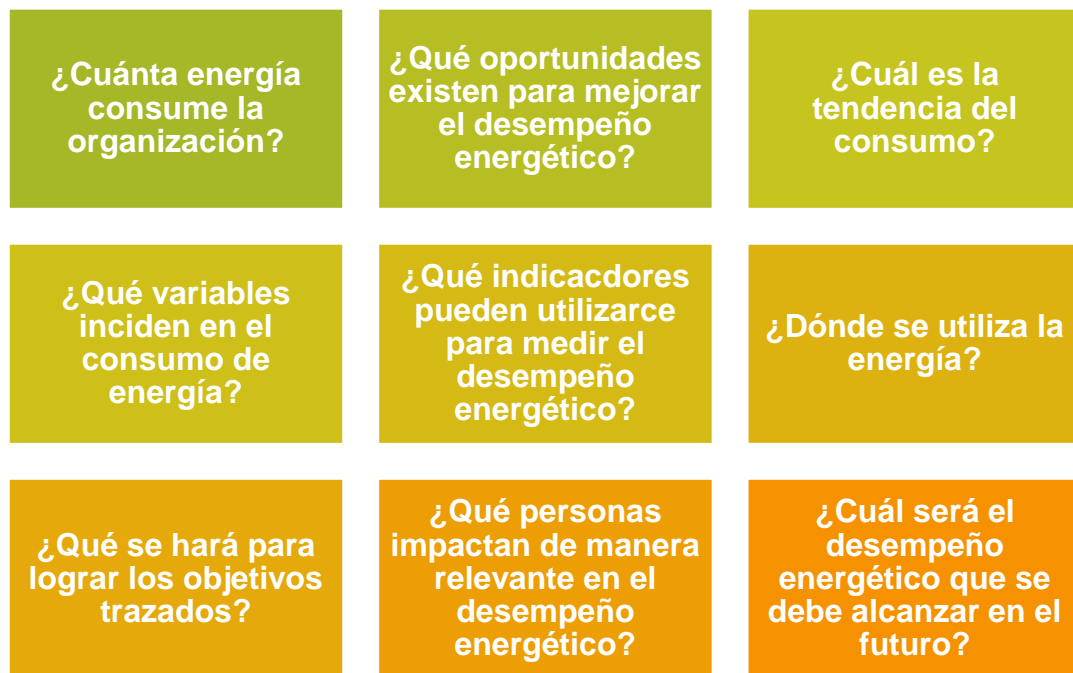


Figura 3.4-1 Interrogantes que debe responder la planificación energética de la organización. Fuente: Guía para la Implementación SGE ISO 50001. AChEE

En la figura 3.4-1 se muestra un esquema básico del concepto de planificación energética que se debe desarrollar, donde se abarca desde el levantamiento de los antecedentes energéticos de la organización hasta los resultados medibles de la planificación, ambos ejecutables por medio de La Revisión Energética que debe realizar el Equipo de Gestión de Energía (Comité de EE)



Figura 3.4-2 Esquema de la planificación energética. Fuente: Guía para la Implementación SGE ISO 50001. AChEE.

CRONOGRAMA

En esta etapa de planificación es necesario definir el marco del tiempo para la implementación del sistema, así como las actividades, resultados, responsables, plazos, recursos necesarios. La planeación permite enfocar los esfuerzos, estrategias y recursos en las áreas que tiene mayor impacto energético en la institución, para obtener mejores resultados en un menor tiempo y alcanzar las metas y objetivos planteados. El representante designado por la dirección es el responsable de realizar la planeación energética en el SGE, apoyados por el comité de EE.

Tabla 3.4-1 Planificación energética. Cronograma de actividades, responsable, evidencia y registro

ACTIVIDAD	RESPONSABLE	EVIDENCIA Y REGISTRO
<p>Análisis de consumo energético</p> <ul style="list-style-type: none"> • Identificar los USEs y personal involucrado • Determinar los parámetros críticos de operación en áreas de oficina • Identificar los requisitos legales y otros aplicables a la institución en materia de EE. 	Representante designado por la alta dirección	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Línea de base energética ✓ Indicadores de desempeño energético ✓ Objetivos y metas energéticas ✓ Planes de acción ✓ Política energética
<p>Indicadores y línea base</p> <ul style="list-style-type: none"> • Plan de acción y oportunidades de mejora • Realizar seguimiento, revisión y actualización (mejora continua) 	Representante designado por la alta dirección	
<p>Establecer objetivos y metas energéticas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Establecer planes de acción y porcentajes de ahorro en un plazo definido • Comunicar a toda la institución los trabajos y la implementación del SGE. 	Representante designado por la alta dirección	

3.4.2 Requisitos legales y otros relacionados (4.4.2)

La organización debe asegurar que da cumplimiento a los requisitos legales aplicables en materia energética, en específico al uso, consumo y eficiencia de la energía. Para ello se deben seguir los siguientes pasos:

- Identificar fuentes oficiales de información legal aplicable en materia de EE.
- Analizar el marco legal de los requisitos energéticos en cuanto al uso, consumo y eficiencia
- Determinar cómo los requisitos legales aplican a las actividades de la organización, en este caso prestar servicios de educación superior.
- Registrar y documentar los requisitos legales aplicables.
- Implementar procedimientos para verificar que se da cumplimiento a los requisitos legales.
- Identificar a los responsables del cumplimiento de estos requisitos.

Entre los requisitos legales más relevantes son los que se contemplan en La Ley de Adquisiciones y Contrataciones de la Administración Pública (LACAP), y los Decretos Ejecutivos en el marco de la Política de Austeridad girado para las instituciones públicas en El Salvador.

Se debe asegurar de tener un marco legal actualizado mediante auditorías internas. Adicionalmente deben cumplirse “otros requisitos a los que la organización se suscriba” como, por ejemplo: acuerdos que emanen del Consejo Superior Universitario, Asamblea General Universitaria, misión y visión corporativa, iniciativas sectoriales, producción más limpia, protocolos internacionales, etc.

Tabla 3.4-2 Matriz de identificación de requisitos legales y otros requisitos

TEMA	MARCO LEGAL	INSTITUCIÓN	REQUISITO	RESPONSABLE
Principios de la política nacional del medio ambiente	Ley del medio ambiente	Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales	En los procesos productivos o de importación de productos deberá incentivarse la eficiencia ecológica, estimulando el uso racional de los factores productivos y desincentivándose la producción innecesaria de desechos sólidos, el uso ineficiente de energía , del recurso hídrico, así como el desperdicio de materias primas o materiales que pueden reciclarse	Junta Directiva de la Facultad
Adaptación al cambio climático	Ley del Medio Ambiente	Ministerio de Medio Ambiente y	Identificará, evaluará y seleccionará las opciones de	Junta Directiva de la Facultad

		Recursos Naturales	adaptación al cambio climático valorando el riesgo y priorizando la capacidad de carga o resiliencia de ecosistemas, potenciales impactos, condiciones de vulnerabilidad, costos, efectividad, eficiencia y viabilidad de cada una de ellos;	
Calidad y eficiencia energética	Manual de procedimientos para el Ciclo de gestión de adquisiciones y Contrataciones de las Instituciones de la administración Pública	Ministerio de Hacienda	La calidad de las obras, bienes o servicios a adquirir es un objetivo esencial e irrenunciable de todo proceso de adquisición y estará dada en la medida que se cumpla o exceda las características y especificaciones	Junta Directiva de la Facultad

			<p>técnicas establecidas para su adquisición; debiendo tomar en consideración para la definición de las mismas cuando aplique, el "Manual de compras de equipos energéticos eficientes" emitido por el Consejo Nacional de Energía de El Salvador y que se encuentra adjunto al presente Manual.</p>	
Esencia de las compras públicas eficientes	Manual de Compras de Equipos Energéticos Eficientes	Consejo Nacional de Energía	Con las compras públicas de productos eficientes el gobierno ahorra energía y recupera la inversión en poco tiempo. El hecho de que el sector público	Comité de Eficiencia Energética

			compre estos productos estimula la oferta, hay más disponibilidad de equipos y baja su costo.	
--	--	--	---	--

3.4.3 Revisión energética (4.4.3)

La revisión energética es un proceso de identificación de los usos y consumos de energía y sus niveles de eficiencia asociados a los sistemas de aire acondicionado. Ésta es considerada una de las etapas más importantes de la implementación y posterior mantenimiento de un SGE.

La revisión energética debe actualizarse a intervalos predefinidos, generalmente anuales, o en los casos que el edificio o la facultad atraviese cambios que afecten de manera relevante el uso y consumo de energía. La sustitución de equipos o sistemas, la modificación de las fuentes de energía consumida y la alteración de los procesos, son ejemplos de cambios que demandarían una nueva revisión energética. (Agencia Chilena de Eficiencia Energetica, 2017)

Actividades y responsables

Esta es la etapa que mayor demanda de tiempo y disponibilidad exige, ya que puede depender de la complejidad de las actividades y de la existencia de datos históricos en el edificio, debido a que el edificio es nuevo no cuenta con mediciones anteriores sobre su consumo de energía total, ni mucho menos del

consumo de energía de los sistemas de aire acondicionado, por lo cual se enunciaran algunos pasos importantes a seguir.

En esta etapa, la realización de una auditoría energética (AE), es útil para tener un diagnóstico energético del edificio, ya que permite conocer y mejorar el rendimiento energético de las instalaciones operacionales de una empresa. Este instrumento es capaz de identificar los escenarios donde los consumos de energía se realizan de manera ineficiente, apoyando la determinación de una línea base y estableciendo oportunidades de mejoras de aspecto técnico y organizacional, siempre en busca de medidas energéticas que se concreten en beneficios económicos.

RESPONSABLE: Representante de la alta dirección.

Actividades importantes:

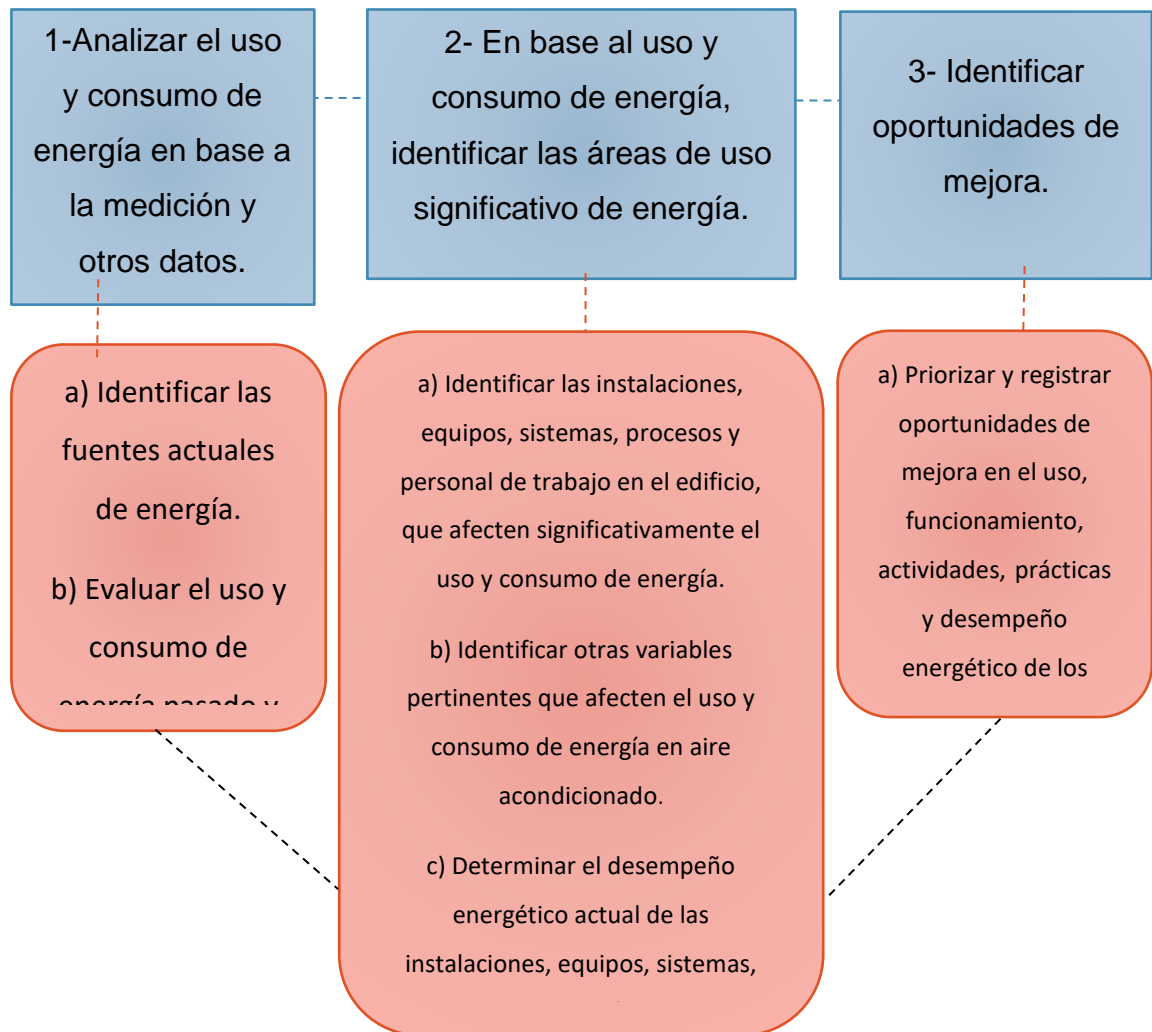


Figura 3.4-3 Pasos a seguir durante la revisión energética, Fuente: Guía de implementación de Sistemas de Gestión de la Energía basados en la ISO 50001, 2017

1-Analizar el uso y consumo de energía en base a la medición y otros datos.

a) Consumo de energía pasado.

En este paso se debe mostrar el uso de consumo de energía pasado como actual del edificio, pero debido a que el edificio es relativamente nuevo, no existe un historial del consumo de energía y mucho menos un análisis detallado del consumo de energía eléctrica por equipos.

La facultad tampoco posee un historial de consumo energético a nivel general, pero para poder obtener este historial se hará uso de una herramienta tecnológica que se puede utilizar en línea (ues.miconsumodeenergia.com/) la cual monitorea y almacena los datos de consumo energético en base a las subestaciones que se encuentran en la facultad, las cuales son: agronomía, agronomía decanato, agronomía galera y agronomía química, la suma de estos registros nos darán el consumo total de la facultad entre el 2017 y parte del 2018.

La figura 3.4-4 resume las mediciones realizadas por el sistema de monitoreo de la Universidad de El Salvador durante el año 2017 y parte del 2018.

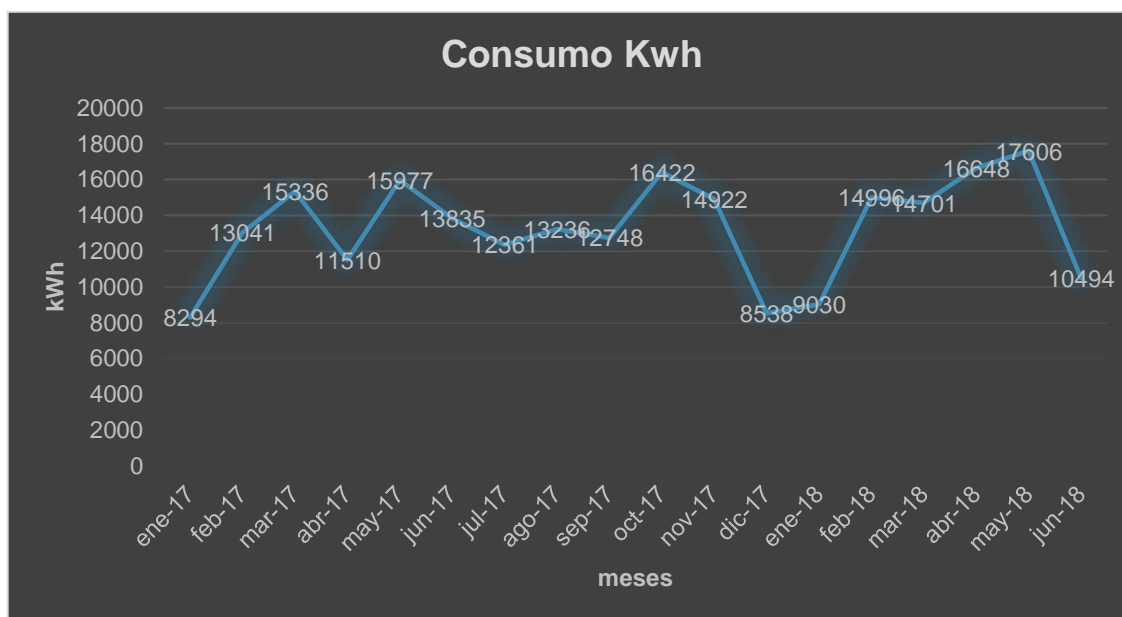


Figura 3.4-4 Historial de energía eléctrica total consumida en la facultad de agronomía. Fuente: <http://ues.miconsumodeenergia.com/>

Dese el año 2017 el consumo de energía eléctrica ha ido en aumento para la facultad con la incorporación de nuevos equipos, y la creación de un nuevo edificio para maestrías y post grados en 2016 y su posterior puesta en marcha, no solo haciendo uso de este para la impartición de clases, sino presentando un departamento de investigación, centro de cómputo, oficinas y la presencia de un auditorium con la capacidad para aproximadamente 200 personas que no solo se usa para actividades de la facultad sino también para actividades de otras facultades , incluso actividades de personal externo.

Los meses que mayor consumo de energía presentan son mayo tanto en 2017 como en 2018 teniendo un consumo de: 15,336 kWh y 17,606 kWh respectivamente, también octubre con 16,422 kWh. esto puede ser debido a varios factores como los meses que presentan mayor temperatura vendría a aumentar el uso de sistemas de aire acondicionado como mayo, además de que

en otros meses puede existir, mayor cantidad de estudiantes reunidos, debido a la elaboración de laboratorios, parciales, clases y actividades extras. Los meses que menos presentan son junio, julio, diciembre y enero, que son los meses que los ciclos estudiantiles han terminado y se presenta poca presencia de administrativos en la universidad.

Tabla 3.4-3 Consumo de energía eléctrica total por mes en la facultad de agronomía. Fuente: <http://ues.miconsumodeenergia.com>

Facultad de Agronomía			
Mes	Consumo kWh	Mes	Consumo kWh
ene-17	8,294	oct-17	16,422
feb-17	13,041	nov-17	14,922
mar-17	15,336	dic-17	8,538
abr-17	11,510	ene-18	9,030
may-17	15,977	feb-18	14,996
jun-17	13,835	mar-18	14,701
jul-17	12,361	abr-18	16,648
ago-17	13,236	may-18	17,606
sep-17	12,748	jun-18	10,494
Total			239,695

El consumo de energía eléctrica en la facultad fue de:

156,220 kWh solo en el año 2017

83,475 kWh en lo que va del año 2018

239,695 kWh en el periodo de enero 2017 hasta junio 2018.

b) Consumo de energía actual.

Para conocer el consumo de energía actual del edificio y además conocer el consumo de energía de los equipos de aire acondicionado de la instalación se hizo uso de dos analizadores de redes, uno prestado por la escuela de ingeniería eléctrica, el cual fue conectado por alumnos y con la supervisión del su directos de escuela y el segundo prestado por la unidad de desarrollo físico de la Universidad de El Salvador.

Antes de conectar el equipo se realizó una inspección y un inventario en toda el área del edificio, pudiendo visitar aulas de clases, oficinas, auditorium, centros de cómputo y cuartos eléctricos, se hizo el inventario de los equipos consumidores de energía eléctrica, pero no con el fin de asumir o determinar en base a esto el consumo eléctrico del edificio, sino más bien servirá para realizar cálculos del buen dimensionamiento de los equipos de aire acondicionado en cuanto a tonelaje.

Los dos analizadores de redes fueron conectados en distintas fechas, el analizador de redes prestado por la escuela de ingeniería eléctrica fue conectado en el periodo del 25 de mayo hasta el 01 de junio de 2018 y fue conectado sobre la protección general del edificio.



Figura 3.4-5 Protección principal del edificio de postgrados, al cual se conectó el analizador de redes. Fuente: propia. Mayo 2018



Figura 3.4-6 Conexión del analizador de redes sobre la protección principal del edificio, con la ayuda de la escuela de Ingeniería Eléctrica, Fuente: propia, mayo 2018



Figura 3.4-7 Analizador de redes, marca Fluke prestado por la unidad de desarrollo físico de la universidad de El Salvador. Fuente: propia. 2018



Figura 3.4-8 Analizador de redes, marca AEMC prestado por la Escuela de ingeniería eléctrica de la universidad de El Salvador. Fuente: propia. 2018

Con la medición de 7 días consecutivos, para lo cual tenemos:

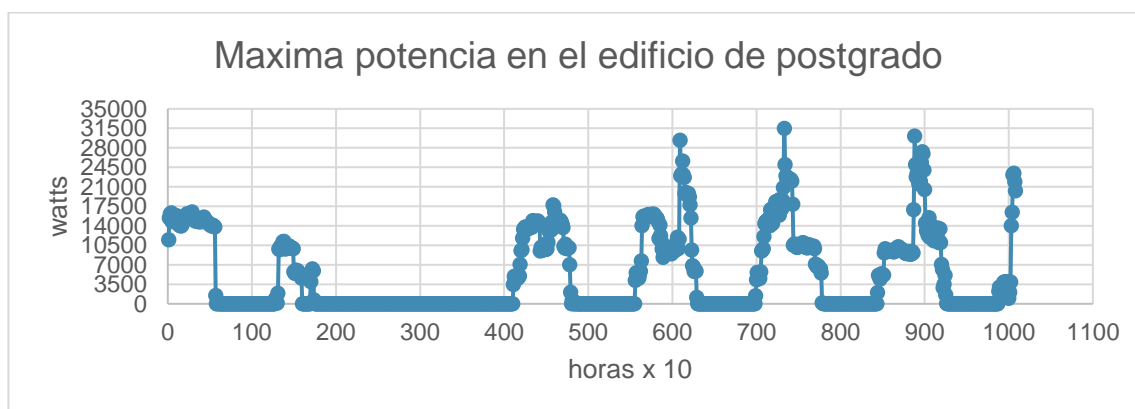


Figura 3.4-9 Registro de potencia en el edificio de postgrados en la facultad de agronomía. Fuente: propia.2018.

La figura 3.4-9 nos muestra en el eje vertical la potencia en Watts en el intervalo de tiempo medido, el eje horizontal nos muestra la cantidad de horas que duró el periodo de medición.

En el periodo de medición se registran dos potencias máximas una de 30,092 W registrada el día 31 de mayo a las 2:00 pm y una de 29,338 W registrada el día 29 de mayo a las 3:30 pm, esto puede justificarse por la

Es así como podemos conocer que la energía consumida en una semana de medición es de: 834,386 Wh.

- **Consumo de energía eléctrica de los sistemas de A/A**

Para poder obtener específicamente el consumo de energía eléctrica de los equipos de aire acondicionado como tal en el edificio, se realizaron dos mediciones: en la primera se midió directamente los equipos que son usados en la segunda planta del edificio por una semana y la segunda se realizó en los aires ocupados en el auditorium, esta medición no se podía realizar durante una semana debido a que el auditorium no se ocupa a diario, por lo que se buscó una semana donde existiera eventos programados en dicho local.

Segundo nivel: 25 de junio 2018 hasta 02 de julio 2018.

La figura 3.4-11 muestra la potencia consumida por los aires acondicionados del segundo nivel, entre lo más notorio son sus máximas potencias que es de 33 kW y se registran aproximadamente entre 7:00 y 8:00 de la mañana que es la hora general en que empiezan las labores en el edificio, su potencia disminuye alrededor de las 7:00 pm que es cuando las actividades en su mayoría finalizaron.

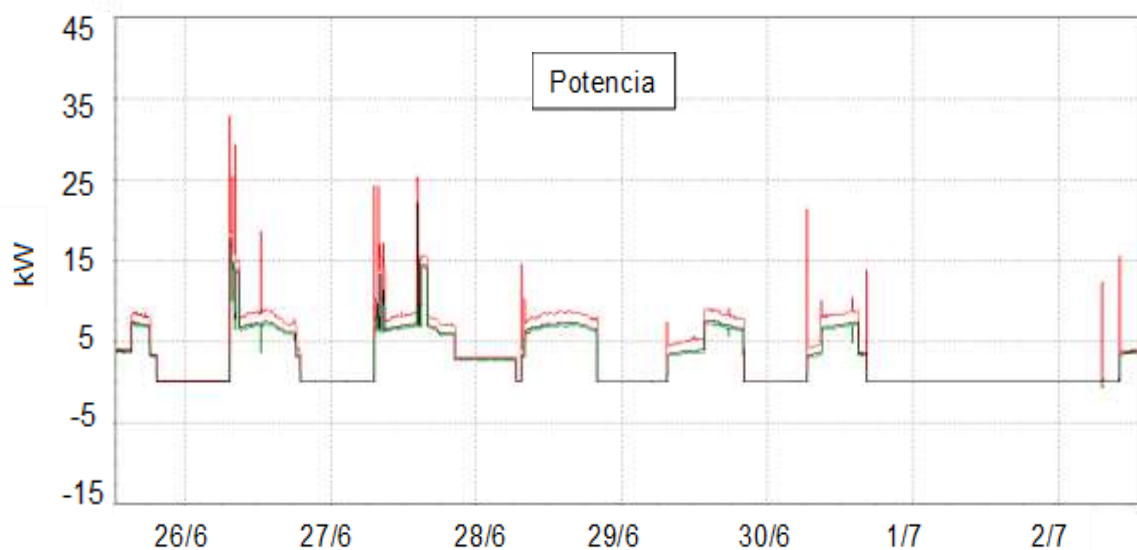


Figura 3.4-11 Grafica de potencia de los equipos de aire acondicionado del segundo nivel, Fuente: propia, 2018

La energía consumida por los equipos de aire acondicionado del segundo nivel se muestra de manera acumulativa durante su medición como se puede observar en la gráfica, el total de energía consumida fue de 488.189 kWh.

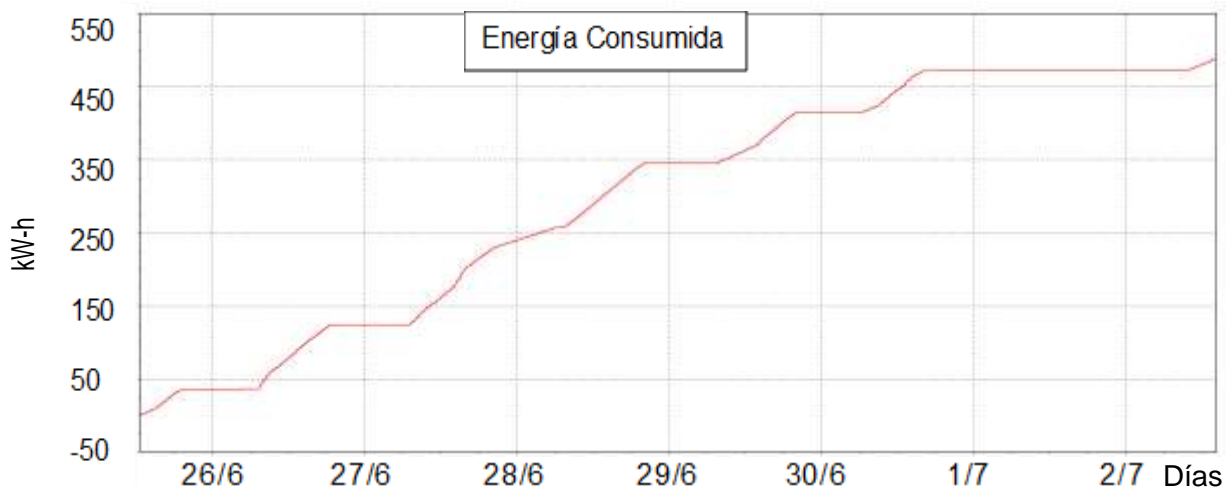


Figura 3.4-12 Energía consumida de los sistemas de aire acondicionado del segundo nivel del edificio de postgrado de la facultad de agronomía. Fuente: propia.

Auditórium: 21 de junio 2018 al 25 de junio 2018

Como se mencionó anteriormente el auditórium no se podía medir en días consecutivos por el motivo de que no realizan actividades a diarias en él, se encontró una fecha donde se realizarían eventos cercanos, como reuniones de maestros y un congreso de estudiantes de química y farmacia, los cuales se preveía que la asistencia a estos eventos seria masiva y así lo fue, es en estos eventos en que se realizaron las mediciones, el resultado fue el siguiente:

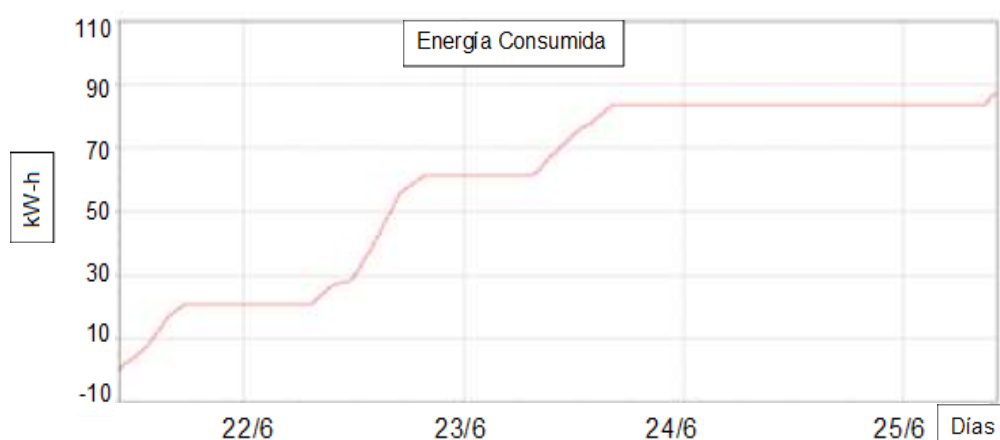


Figura 3.4-13 Energía consumida de los sistemas de aire acondicionado en el auditórium del edificio de postgrado de la facultad de agronomía. Fuente: propia.

La energía consumida en el intervalo de tiempo que se midió fue de: 87.612 KWh. este dato sería el que se ocuparía de referencia como el número de actividades por semana y el consumo de energía de aire acondicionado por semana en el auditórium, si bien es cierto hay semanas que no hay eventos programados, se hará una comparación como si existiera, ya que será más representativo y se expone un resultado más completo y general.

Por lo tanto, en un mes los sistemas de aire acondicionado del auditórium consumirían 350.448 kWh.

2. En base al uso y consumo de energía, identificar las áreas de uso significativo de energía (USEs).

a) Identificar las instalaciones, equipos, sistemas, procesos y personal de trabajo en el edificio, que afecten significativamente el uso y consumo de energía en los equipos de aire acondicionado.

En este paso se hace las inspecciones del edificio, los equipos de aire acondicionado instalados y sus capacidades, se identifican cuáles son las actividades principales que se realizan en el edificio y sus horarios, la movilidad de personas que existe y el uso que se les da a los equipos de aire acondicionado y encontrar variables que determinen su uso.

Además de averiguar quiénes son las personas que intervienen en estas actividades y verificar si cuentan con la capacitación adecuada para operar y mantener dichas actividades. Esta actividad se incorporará a la elaboración de planes de capacitación para todo el personal correspondiente.

Como se mencionó anteriormente en el actual reporte el edificio de postgrados de la facultad de agronomía está compuesto de dos niveles, el primero con la presencia de un auditorium usado para reuniones, conferencias y actividades tanto de la facultad como de otras que soliciten su uso, el segundo nivel compuesto con salas de oficinas, centro de cómputo, oficina de investigaciones y salones de clases, sus actividades principales son: la estancia de maestros y personal de investigación, así como de alumnos recibiendo clases o haciendo uso del centro de cómputo.

El edificio cuenta con equipos de aire acondicionado central separado en los dos niveles, el primer nivel con 20 toneladas de capacidad frigorífica y el segundo nivel también con 20 toneladas de refrigeración, el personal encargado

del encendido de los equipos de aire acondicionado varía dependiendo el nivel y la actividad, en el primer nivel se maneja dependiendo si existen actividades a realizar en el auditorium, empezando por la autorización del jefe de recursos humanos y el traslado de la autorización al encargado de ordenanza del auditorium el señor Carlos Humberto Menjívar, él se encarga de encenderlos con una hora de anticipación, lo que se puede observar de este procedimiento es que en ocasiones las actividades que son aprobadas no están detalladas en su hora, en ocasiones solo se sabe el día que se usara pero no la hora, esto incurre en que se enciendan los equipos innecesariamente, en el segundo nivel quien se encarga de encender los equipos son los mismos ocupantes, generalmente los maestros, personal de oficina o directivos, esto dependerá en ocasiones de los horarios en que las clases se realicen.

También existen más variables directas que afectan el rendimiento de los equipos en el edificio como la de mantener las puertas abiertas de las oficinas (figura 3.4-14) , auditorium (3.4-16), salones de clases, en algunas ocasiones se pudo observar que existe esta práctica, la puesta de cortinas en las ventanas a la pared soleada en todas las ventanas se observó que existen cortinas, el encender los equipos con tiempo anticipado, ayuda a que los equipos a climatizar de manera más eficiente. Se observo que los termostatos que se encuentran el edificio no están configurados a una misma temperatura y que pueden ser fácilmente manipulados por cualquiera, lo cual afecta de manera importancia la eficiencia y el consumo de energía eléctrica de los mismos, tal es el caso del auditorium que, a pesar de estar en el mismo lugar, ambos están configurados a distintas temperaturas figura 3.4-17 y figura 3.4-18.

Al finalizar el recorrido sabemos que no ha existido una capacitación previa del uso de los equipos de aire acondicionado para ninguno de los dos niveles.



Figura 3.4-14 Puertas abiertas en salones y oficinas del segundo nivel del edificio de postgrados, Fuente: Propia, 2018.



Figura 3.4-15 Termostato instalado en el segundo nivel del edificio, configurado a 22°C, sin protección ni señalización, Fuente: Propia, 2018



Figura 3.4-16 Puertas abiertas mientras se realiza actividad en el auditorium ubicado en el primer nivel del edificio, Fuente: Propia, 2018.



Figura 3.4-17 Termostato ubicado en audiórium configurado a 24°C, sin rotulación, Fuente: Propia, 2018.



Figura 3.4-18 Termostato ubicado en el audiórium configurado a 26°C, sin rotulación, Fuente: Propia, 2018.

b) Identificar otras variables pertinentes que afecten el uso y consumo de energía en aire acondicionado.

Algunas de las variables externas que pueden afectar el consumo de los equipos de aire acondicionado puede ser el clima, es decir la temperatura ambiente, esto no puede ser controlado y como se mostrara los meses que existe mayor temperatura en nuestro país son en los que más consumo de energía existe, otra variable que se pudo observar pero que esta puede ser eliminada, es que una de las protecciones de los equipos de aire acondicionado del audiórium se “dispara” después de un tiempo de encendido, esto provoca a que el encargado, este incurriendo constantemente en volver a encenderlos, se realizó un pequeño diagnóstico del mismo y se pudo observar que la protección está mal dimensionada, ya que esta casi al límite para lo que está diseñada, esto puede ser debido a algunos fallos de los equipos de aire acondicionado en su consumo eléctrico, se recomendó que se contactara con la empresa proveedora de dicho equipo para que pudiera dar solución del mismo.

c) Determinar el desempeño energético actual de las instalaciones, equipos, sistemas, procesos en relación a los usos significativos de energía identificados.

- **Resultado de las mediciones.**

Edificio de Postgrados a Facultad:

Se conoce que la energía consumida en una semana de medición para el edificio de postgrados es de: 834,386 Wh.

Ahora bien, si queremos saber cuánto representa el edificio para la facultad de agronomía, se podrá comparar con los datos obtenidos a través del monitoreo de las subestaciones de la facultad o haciendo un estimado ya que se conocen los días laborales en un mes y los periodos de trabajo del mismo:

Haciendo un estimado se puede deducir que si en una semana normal se consumen 834,386 Wh en un mes de 4 semanas se consume 3,337.54 kWh, si esto lo comparamos con el mes de junio de 2018 de la facultad que se consumió 10,419 kWh, podemos decir que el edificio de postgrado de la facultad de agronomía representa aproximadamente un 30% del consumo de energía eléctrica de la facultad.

Para el mismo mes de junio de 2018 mediante las mediciones de las subestaciones se extrajo como dato 2,709 kWh que representa el consumo de energía del edificio de postgrado y comparando se tiene como resultado que el edificio representa el 26% de la facultad de agronomía, lo cual no viene siendo muy lejano al dato obtenido anteriormente.

Si queremos conocer lo que representa este consumo de energía en costos para la facultad se haría de la siguiente manera:

Tabla 3.4-4 Pliego tarifario según hora de consumo de energía eléctrica, precios vigentes del 15 de julio hasta 14 de octubre del 2018, Fuente: <https://www.siget.gob.sv>

Costo por resto \$/kWh	0.135646844
Costo por valle \$/kWh	0.136594413
Costo por Punta \$/kWh	0.139828671
Promedio \$/kWh	0.136712562

Semanalmente= $0.136712562\$/\text{kWh} * 834.38 \text{ kWh} = \114.07

Mensualmente = $\$114.07 * 4 = \456.28

Anualmente= $\$456.28 * 12 = \$5,475.36$

Sistemas de aire acondicionado respecto al edificio de Postgrados:

Se aclaro anteriormente que las mediciones sobre los equipos de aire acondicionado se obtuvieron de en dos periodos de tiempo, en el primer periodo solo se midió los sistemas de aire acondicionado del segundo nivel y en el segundo se midió solo el auditorium, para el segundo nivel se obtuvo que la energía fue de: 488.18 kWh y para el auditorium: 87.61 kWh.

Es decir que la energía consumida en el edificio en una semana de medición solo en los equipos de aire acondicionado fue de: 575.801 kWh por lo tanto en un mes la energía consumida seria de aproximadamente: 2,303.204 kWh.

Comparando el resultado de energía consumida en un mes del edificio que es de 3,337.54 kWh y el de los aires acondicionados que es de 2,303.20 kWh, podemos decir que solo los equipos de aire acondicionado representan casi el 60% de la energía consumida del edificio.

La facultad de agronomía gasta solo en sistemas de aire acondicionado:

Semanalmente= $0.136712562\$/\text{kWh} * 575.80\text{ kWh} = \$ 78.72$

Mensualmente = $\$ 78.72 * 4 = \314.87

Anualmente = $\$314.87 * 12 = \$3,778.52$

Es así como en costos los aires acondicionados también representan el 60% del costo total de la energía consumida en el edificio. Y es por esto que se vuelve importante el ser eficientes en el uso de los sistemas de aire acondicionado, porque aparte de dar confort al trabajo de las personas, presentan una cantidad importante de energía consumida en cualquier edificio y más aún representan una gran parte del gasto en la factura eléctrica.

- **Calificación de eficiencia energética del edificio.**

La calificación energética se expresa a través de varios indicadores que permiten explicar las razones de un buen o mal comportamiento energético del edificio y proporcionan información útil sobre los aspectos a tener en cuenta a la hora de proponer recomendaciones que mejoren dicho comportamiento.

Estos indicadores, con base en períodos de tiempo y referidos a la unidad de superficie útil y/o habitable del edificio, se obtendrán de la energía consumida por el edificio para satisfacer, en unas condiciones climáticas determinadas, las necesidades asociadas a unas condiciones normales de funcionamiento y ocupación, que incluirá la energía consumida en aire acondicionado de oficinas.

Los principales indicadores a tomar en cuenta para este estudio son:

- ✓ Las emisiones anuales de CO₂
- ✓ La demanda energética anual de refrigeración.

Para este estudio la demanda energética de refrigeración se enfoca en la climatización de áreas de oficina, salones de clase y auditorium.

Emisiones anuales de CO₂

La emisión de CO₂ (dióxido de carbono), es la cantidad de masa de CO₂ que se emite a la atmósfera, debida al consumo energético. Con el objetivo de reducir los efectos del cambio climático, en el Protocolo de Kioto (1997), se estableció el objetivo de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (entre los que se encuentra el CO₂) a niveles del año 1990.

El nivel de emisiones de CO₂ es el indicador principal para obtener la calificación de eficiencia energética, de manera que, si un edificio emite relativamente poca masa de CO₂ por cada m² de superficie útil, se obtendrá una alta calificación energética.

La forma de definir esto es mediante un coeficiente que sirve para cuantificar la relación entre demanda de energía y emisiones de CO₂. La fórmula para determinar este coeficiente es:

$$\begin{aligned} & \textit{Emisiones de CO}_2 \\ & = \frac{\textit{Consumo de Energía al año} \left(\frac{\textit{MWh}}{\textit{año}} \right) \times \textit{Factor de Emisión} \left(\frac{\textit{TN de CO}_2}{\textit{MWh}} \right)}{\textit{Área útil (m}^2\textit{)}} \end{aligned}$$

Para El Salvador el Factor de Emisiones más actualizado es para el año 2011, en un informe elaborado por el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

El área útil del edificio se ha determinado de acuerdo a los planos facilitados por la organización, resultando un área de 438.45 m² por cada nivel

del edificio; de igual forma que se facilitó la información de la demanda de energía. Entonces para los efectos de este estudio el coeficiente resulta:

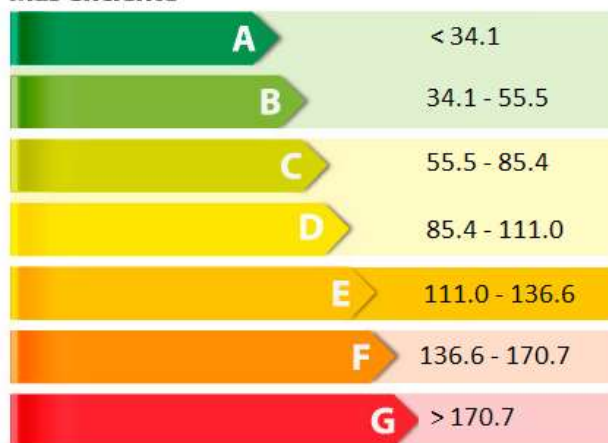
$$Emisiones\ de\ CO_2 = \frac{43.39 \left(\frac{MWh}{año}\right) \times 0.6798 \left(\frac{TN\ de\ CO_2}{MWh}\right)}{876.9\ (m^2)}$$

$$Emisiones\ de\ CO_2 = 33.64 \frac{kgCO_2}{m^2 * año}$$

	kgCO₂/m² año	kgCO₂/año
Emisiones CO2 por consumo eléctrico	33.64	29,498.916

ESCALA DE CALIFICACIÓN

Más eficiente



Menos eficiente

Figura 3.4-19 Escala de calificación de edificios por Emisiones de kgCO₂/m²*año. Fuente: IDAE España.

Según la figura 3.4-19, y el resultado del cálculo anterior, refleja que el edificio tiene una calificación A, con un coeficiente de emisiones menor a 34.1. Por tanto, el edificio cuenta con una excelente calificación en cuanto a este indicador.

Tabla 3.4-5 Calificación en EE sobre emisiones de CO₂ al año. Fuente: Propia

EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO [kgCO ₂ /m ² . *año]	
< 34.1 A	33.64
34.1-55.5 B	
55.5-85.4 C	
85.4-111.0 D	
111.0-136.6 E	
136.6-170.7 F	
>170.7 G	

- **Demanda energética anual de refrigeración.**

Los servicios considerados en los indicadores complementarios son los de calefacción, refrigeración, producción de agua caliente sanitaria y, en edificios de uso distinto al residencial privado (vivienda), también el de iluminación.

Las unidades empleadas para expresar estos indicadores serán: el kWh por m² de superficie útil del edificio.

Para este estudio se va a separar el análisis de aire acondicionado para la calificación en eficiencia energética entre los equipos del primer nivel y segundo nivel y obtener una calificación global.

Tabla 3.4-6 Consumo y distribución de los equipos instalados en los dos niveles del edificio. Fuente: Propia

Equipo	Tipo	kWh/mes	Cap. Frigorífica (TR)	kWh/año
RUUD	Central separado	350.45	10	4,205.38
RUUD	Central separado		10	
York	Central separado	1,952.76	5	23,433.07
York	Central separado		5	
RUUD	Central separado		5	
RUUD	Central separado		5	
Total		2,303.21	40	27,638.45

$$\text{Demanda de Refrigeración} = \frac{\text{Consumo de Energía al año} \left(\frac{kWh}{\text{año}} \right)}{\text{Area util (m}^2\text{)}}$$

PRIMER NIVEL

$$\text{Demanda de Refrigeración} = \frac{4,205.38 \left(\frac{kWh}{\text{año}} \right)}{334.65(\text{m}^2)} = 12.57 \frac{kWh}{\text{m}^2 * \text{año}}$$

De acuerdo con el coeficiente de calificación para la demanda de refrigeración, los sistemas de aire acondicionado del primer nivel reciben una calificación A.

Tabla 3.4-7 Calificación de la demanda de refrigeración de los equipos primer nivel. Fuente: Propia

DEMANDA DE REFRIGERACIÓN [kWh / m ² . *año]	
< 34.1 A	12.57
34.1-55.5 B	
55.5-85.4 C	
85.4-111.0 D	
111.0-136.6 E	
136.6-170.7 F	
>170.7 G	

SEGUNDO NIVEL

$$Demanda\ de\ Refrigeración = \frac{23,433.07 \left(\frac{kWh}{año}\right)}{295.12(m^2)} = 79.40 \frac{kWh}{m^2 * año}$$

De acuerdo con el coeficiente de calificación para la demanda de refrigeración, los sistemas de aire acondicionado del primer nivel reciben una calificación C.

Tabla 3.4-8 Calificación de la demanda de refrigeración de los equipos del segundo nivel. Fuente: Propia

DEMANDA DE REFRIGERACIÓN [kWh / m ² . *año]	
< 34.1	A
34.1-55.5	B
55.5-85.4	C
85.4-111.0	D
111.0-136.6	E
136.6-170.7	F
>170.7	G

79.40

GLOBAL DEL EDIFICIO

$$Demanda\ de\ Refrigeración = \frac{27,638.45 \left(\frac{kWh}{año}\right)}{629.77(m^2)} = 43.89 \frac{kWh}{m^2 * año}$$

El resultado del cálculo anterior, refleja que en total el edificio que tiene una calificación B, con un coeficiente de demanda de refrigeración mayor a 34.1 y menor a 55.5.

Tabla 3.4-9 Calificación de la demanda de refrigeración de los equipos de A/A. Fuente: Propia

DEMANDA DE REFRIGERACIÓN [kWh / m ² . *año]	
< 34.1 A	43.89
34.1-55.5 B	
55.5-85.4 C	
85.4-111.0 D	
111.0-136.6 E	
136.6-170.7 F	
>170.7 G	

3. Identificar oportunidades de mejora

a) Priorizar y registrar oportunidades de mejora en el uso, funcionamiento, actividades, prácticas y desempeño energético de los equipos de aire acondicionado.

Después de finalizada la auditoria preliminar en el edificio, se puede constatar que los equipos de aire acondicionado están bien dimensionados en base a los requerimientos de las instalaciones, y la calificación a nivel general de edificio es buena, aunque individualmente no lo sea, es por esta razón que se encontraron oportunidades de ahorro energético y de mejora las buenas prácticas de eficiencia energética en el edificio, las cuales se mencionaran a continuación:

1. Gestión de actividades

Se necesita un control ordenado sobre uso del Auditorio por medio de un cronograma de actividades documentado, donde se especifique el día y hora de utilización. Así como también, promover el buen uso de las instalaciones del

auditorio, ya que estas son propicias para el óptimo funcionamiento de los equipos de aire acondicionado que al mismo tiempo perjudica en el consumo y vida útil de los mismo.

2. Planificación del uso de los equipos de aire acondicionado

En esta oportunidad de ahorro o uso de recursos energéticos se requiere un protocolo de encendido para los sistemas de aire acondicionado, ya que esto garantiza el confort de las instalaciones y al mismo tiempo optimiza el funcionamiento de dichos sistemas minimizando el consumo de energía.

3. Eliminación de fugas de aire

Como parte del buen uso de las instalaciones del edificio que favorezcan a una disminución del consumo de energía de los sistemas de aire acondicionados, se requiere estrictamente que las puertas de las instalaciones que estén climatizadas permanezcan cerradas o que tengas sistemas de cierre, para que mantengan las condiciones de confort óptimo y no permanezcan en plena carga por mucho tiempo los sistemas de aire acondicionado.

4. Disparo de unidad condensadora

Se observo que una de las unidades de los sistemas de aire acondicionados instalados en el Auditorio se disparaba, con las posibles causas de fallo de la unidad condensadora o por fallo del Circuit Breaker, se necesita verificación para mantener en óptimas condiciones el funcionamiento del equipo y el confort humano dentro de la instalación.

5. Conciencia de recursos energéticos

El primer paso es crear un conocimiento reflexivo sobre el futuro de los recursos. El lograr la conexión en la mente, entre el desperdicio de energía y el gasto innecesario de dinero, entre la generación de energía y la contaminación refleja una conciencia hacia la eficiencia energética.

6. Formación en eficiencia energética

Esta es descrita como el desarrollo de conocimientos técnicos adecuados y focalizados a las áreas de trabajo en la institución. La formación debe ser sin importar la disciplina o el cargo, esto es fundamental para lograr una conciencia profunda en la institución.

7. Generación de la cultura de ahorro

Una cultura es aquella que genera acciones y desarrolla buenos hábitos de consumo. El primer paso hacia una cultura es su comunicación. El crear programas de promoción hacia un uso racional de recursos a través de publicidad interna.

8. Configuración de los termostatos.

Es necesarios que los termostatos estén regulados a temperaturas fijas en las que se garantice en confort de las personas y el buen funcionamiento de los equipos de aire acondicionado, para esta ocasión se recomienda que se configuren a 23°C y que se rotulen y protejan de manera que las personas puedan obsérvalo y no desconfigurarlo.

9. Distribución de ductos ineficiente.

Algo muy importante que se detectó fue que la distribución de ductos tanto de suministro como de retorno de los sistemas de aire acondicionado en el segundo nivel es inadecuada, ya que hay unidades evaporadoras que suministran aire a diversas áreas cuyas actividades son distintas o a diferente momento, que quiere decir esto, que en muchas ocasiones se está acondicionando áreas que no están siendo ocupadas debido que el equipo se requiere en otra instalación, con lo que se observó que los sistemas de aire acondicionado no están bien distribuidos en base a los requerimientos en cada área, lo cual ocasiona un aumento del consumo de energía, disminuye la vida útil de los equipos, no climatizan en la zona de confort, entre otros.

3.4.4 Línea base de eficiencia energética (4.4.4)

La línea de base de energía (LBE) es la referencia con la cual se evaluará el desempeño energético de la organización, y puede definirse de manera simple como el comportamiento de los IDEs durante un periodo determinado.

La LBE debe ser establecida usando información de la primera revisión energética y puede ser calculada utilizando diferentes métodos. Lo más sencillo, es tomar directamente como línea base el año o período anterior a la primera revisión energética o un promedio de los últimos períodos. La línea base debe ser actualizada en casos excepcionales o predeterminados.

Hay que recordar que el edificio es relativamente nuevo y que no posee una factura individual de el mismo, ya que al pertenecer a la facultad de agronomía, este ya viene incluido en la factura total de dicha facultad por tanto la línea base debe hacerse a partir de la información obtenida en la revisión

energética inicial, donde se establecieron datos históricos del consumo eléctrico de la facultad y se obtuvieron en base a mediciones el consumo energético del edificio total y consumo energético de los sistemas de aire acondicionado en una semana.

Tomando en cuenta que la institución que se estudia no se basa en producción, sino más bien es una institución con oficinas y áreas de estudio, la línea base se realizara a partir de los datos de consumo de energía eléctrica durante un periodo de tiempo significativo, identificando límites máximos y mínimos.

Retomando la tabla 3.4-3 conocemos el consumo de energía de la facultad de agronomía y sabiendo que el edificio de postgrados significa un 26% del total de energía consumida para la facultad, además de que los sistemas de aire acondicionado representan el 60% de consumo de energía para el edificio, podemos obtener la formación de una línea base del edificio en consumo de energía de los sistemas de aire acondicionado en el año 2017, por lo tanto, tenemos:

Tabla 3.4-10 Consumo de energía eléctrica de los equipos de aire acondicionado en el edificio de postgrados de la facultad de agronomía en el año 2017, Fuente: Propia.

Facultad de Agronomía			
Mes	Consumo kWh	Mes	Consumo kWh
ene-17	1,293.86	jul-17	1928.31
feb-17	2,034.40	ago-17	2,064.81
mar-17	2,392.41	sep-17	1946.57
abr-17	1,795.56	oct-17	2,561.83
may-17	2,492.41	nov-17	2,327.83
jun-17	2,158.26	dic-17	1,331.93
Total			24,328.18
Promedio			2,027.35

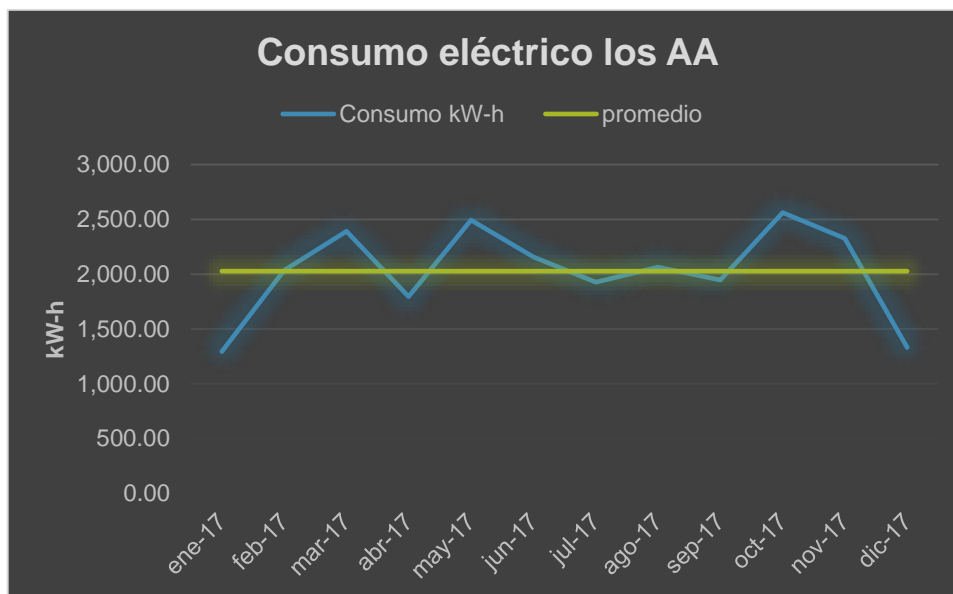


Figura 3.4-20 Línea base del edificio de postgrados de la facultad de agronomía en base al consumo energético de los equipos de aire acondicionado mensual en el año 2017, Fuente: Propia.

3.4.5 Indicadores de desempeño energético (4.4.5)

Los indicadores de desempeño energético (IDE) se utilizan para verificar el desempeño energético de la organización. La comparación del comportamiento de un determinado IDE durante el período de línea de base y después del inicio del funcionamiento del SGE puede determinar, por ejemplo, si las acciones implementadas están produciendo los resultados esperados en términos de mejora del desempeño energético o llamar la atención al hecho de que las mejoras de desempeño energético esperadas no se estén alcanzando. De modo general, se recomienda que se establezcan uno o más IDE para cada uno de los USEs previamente identificados. Estos indicadores se determinan con base en los resultados de la revisión energética, con el fin de que puedan monitorearse en la etapa de verificación. (Agencia Chilena de Eficiencia Energética, 2017)

En tanto que no existe producción en el edificio o cualquier otra variable medible que nos muestre un comportamiento estadístico y tomando en cuenta que los equipos de aire acondicionado instalados en el edificio son nuevos así como la estructura física del mismo, se toma como IDE el consumo energético obtenido en la revisión energética, esto se tomara como un indicador de comparación, si bien la institución actualmente no tiene la necesidad o intención de adquirir nuevos equipos y que podemos calificar los equipos actuales como eficientes, servirá para que la organización mantenga o mejore esta tendencia de consumo, además servirá de referencia para que en futuro se pueda contar con información de cuál debe ser el comportamiento de consumo energético de los nuevos equipos.

Se mantendrá el periodo de tiempo de medición correspondiente a una semana, ya que se considera una medición bastante representativa, confiable y que muestra el comportamiento real de los equipos instalados en primera planta (auditórium) y segunda planta (oficinas y salones de clases).

- Consumo eléctrico de los equipos de aire acondicionado primera planta.

Total, consumo energético semanal: 488.189 kWh.

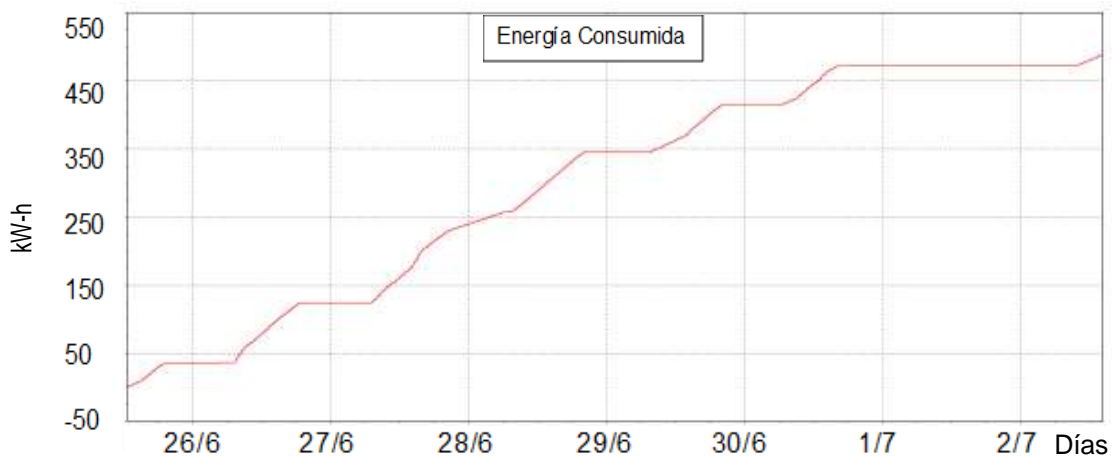


Figura 3.4-21 Indicador de desempeño energético en la primera planta del edificio de postgrados de la facultad de agronomía, consumo energético semanal de los equipos de aire acondicionado instalados. Fuente: Propia

- Consumo eléctrico de los equipos de aire acondicionado segunda planta.

Total, consumo energético semanal: 87.612 kWh.

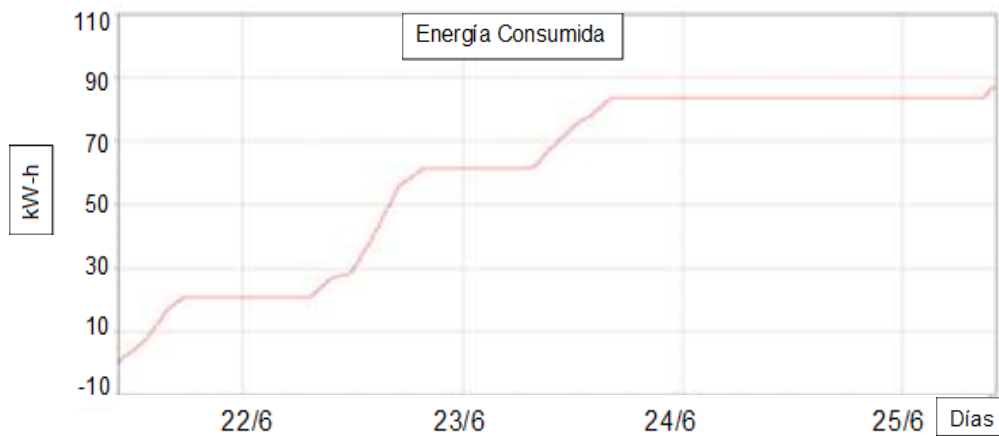


Figura 3.4-22 Indicador de desempeño energético en la segunda planta del edificio de postgrados de la facultad de agronomía, consumo energético semanal de los equipos de aire acondicionado instalados. Fuente: Propia

3.4.6 Objetivos, metas y planes de acción para la gestión energética (4.4.6)



Figura 3.4-23 Pasos para incorporar los objetivos y las metas, Fuente: Guía práctica para la implementación de un sistema de gestión energía, 2014.

Los objetivos y las metas energéticas surgen con el análisis y priorización de las oportunidades de mejora del desempeño energético identificadas en la revisión energética. Estos objetivos reflejan visiones de largo plazo consistentes con la política energética y deben tener diversas metas asociadas. Las metas, por su parte, traducen los objetivos en valores mensurables que pueden verificarse a lo largo del tiempo.

La organización deberá establecer objetivos y metas energéticas que tengan la finalidad de mejorar el desempeño energético del edificio. Los objetivos deberán ser documentados y, además, contar con el detalle necesario para asegurar que se alcanzan en los plazos definidos.

Los planes de acción indican las actividades, recursos, responsables y plazos necesarios para poder alcanzar los objetivos y metas energéticas, y deben estar en línea con los resultados de la revisión energética. Los planes de acción establecen el compromiso para ejecutar todas las actividades directamente relacionadas con la mejora del desempeño energético de la organización. Los planes de acción deberán ser documentados y actualizados a intervalos definidos.

Tabla 3.4-11 Ejemplo de objetivos, metas y planes de acción. Fuente: Propia

Objetivo#1	Fomentar la eficiencia energética y el buen uso de los equipos de aire acondicionado en el edificio.					
Meta#1	Que todos los miembros del personal docente y administrativo reciban un boletín o brochure que contenga información de eficiencia energética y uso adecuado de aires acondicionados.					
Plan de acción	Actividades	Responsables	fecha	Recursos	Método de verificación	Método de evaluación de desempeño
	Distribuir información de la manera más adecuada del uso de los equipos de aire acondicionado en los ocupantes del edificio	Representante de la alta dirección.	Septiembre y octubre 2018	Brochure con información requerida	Reducción del consumo energético en los equipos de aire acondicionado	Índice de desempeño energético de los equipos de aire acondicionado
	Crear un mural informativo en el edificio de la mejor manera del uso de los equipos de aire acondicionado.	Representante de la alta dirección, junto con la alta dirección.	Septiembre y octubre 2018	Pizarrón, boletines informativos del uso de los aires acondicionados.	Reducción del consumo energético en los equipos de aire acondicionado	Índice de desempeño energético de los equipos de aire acondicionado

Objetivo#2	Mejorar las buenas prácticas de los trabajadores en el uso y ahorro energético de los equipos de aire acondicionado.					
Meta#2	Realizar dos capacitaciones para todo el personal del edificio para dar conocimiento sobre los SGE.					
Plan de acción.	Actividades	Responsables	fecha	Recursos	Método de verificación	Método de evaluación de desempeño
	Realización de charlas sobre el correcto uso de los equipos de aire acondicionado y el sistema de gestión de energía. Chequeo semanal de ocurrencia de las prácticas.	Representante de la alta dirección y alta dirección.	Septiembre y octubre 2018	Protectores para termostatos. Brochure, reportes, revistas sobre buenas prácticas en un SGE.	Comparar el consumo de energía de oficinas y auditorium contra los IDE de los mismos.	Registro semanal de ocurrencia de malas prácticas: equipos de aire acondicionado después del horario de trabajo Ventanas y puertas abiertas mientras funcionan los equipos.
Objetivo#3	Reducción del consumo de energía a través de las fugas de aire acondicionado en las áreas climatizadas.					
Meta#3	Reducir el consumo de energía eléctrica en un 20% de los equipos de aire acondicionado eliminando en un 90% las fugas de aire acondicionado en las áreas climatizadas del edificio.					
Plan de acción	Actividades	Responsables	fecha	Recursos	Método de verificación	Método de evaluación de desempeño
	Identificar cuáles son las fugas principales en	Representante de la alta dirección y alta dirección.	Septiembre y octubre 2018	Sellos para puertas, cierra puertas en las áreas	Comparación del consumo energético de los equipos con	Registro de reducción de consumo energético,

	las áreas climatizadas.			instaladas, señalizaciones.	los de la revisión energética.	eliminación de las fugas.
Objetivo#4	Creación de un plan de mantenimiento preventivo para los equipos de aire acondicionado instalados en el edificio.					
Meta#4	Ejecución del plan de mantenimiento preventivo mensual en los equipos de aire acondicionado instalados en el edificio.					
Plan de acción.	Actividades	Responsables	fecha	Recursos	Método de verificación	Método de evaluación de desempeño
	Realización de un plan de mantenimiento mensual para el buen funcionamiento de los equipos instalados. Comunicación con la empresa proveedora de los equipos para que puedan ser ejecutores de los planes de mantenimiento.	Empresa proveedora de los equipos. Representante de la alta dirección.	Septiembre y octubre 2018	Plan de mantenimiento para equipos de aire acondicionado instalados. Entrenamiento al personal encargado, sino lo realiza la empresa proveedora de los equipos.	Comparación con el consumo de energía de la revisión energética de los equipos de aire acondicionado, este debe mantenerse o mejorar. Buen funcionamiento de los equipos en toda actividad.	Registro de fallas técnicas en los equipos de aire acondicionado.
Objetivo#5	Establecer estándares de eficiencia energética en la compra de futuros equipos de aire acondicionado o repuestos para los actualmente instalados.					
Meta#5	Comprar equipos de aire acondicionado con eficiencia igual o mayor a los ya instalados en el edificio, comprar repuestos que mantengan o mejoren la eficiencia y el funcionamiento de los equipos ya instalados.					

	Actividades	Responsables	fecha	Recursos	Método de verificación	Método de evaluación de desempeño
Plan de acción.	Realización de un plan de compra para equipos de aire acondicionado y repuestos cuando se requieran.	Representante de la alta dirección.	Septiembre y octubre 2018	Ficha técnica de los equipos de aire acondicionado ya instalados en el edificio.	Verificación de los IDE de cada área.	Registro de fichas técnicas de los equipos de aire acondicionado comprados como de los repuestos.

3.5 Implementación y operación (4.5)

3.5.1 Generalidades (4.5.1)

La institución debe de poner en práctica los planes de acción para dar cumplimiento a los objetivos y metas energéticas, además, utilizar cualquier parámetro de referencia determinado en la etapa de planificación energética.

3.5.2 Competencia, formación y toma de conciencia (4.5.2)

Este requisito es muy importante para el logro y cumplimiento de las políticas y objetivos del SGE para el Edificio de Postgrado. Involucra principalmente al personal relacionado con los equipos (Sistemas de Aire Acondicionado) y áreas de usos significativos de energía (Auditorio, Salas y laboratorios de investigaciones, entre otras).

El personal involucrado debe ser competente para cumplir los requisitos del SGE relacionados con su labor, además, con el fin de fortalecer el cumplimiento de indicadores y objetivos es necesario involucrar al personal,

generar motivación, mayor compromiso e interés en lo relacionado al SGE, por lo que, se debe y es muy importante mostrar incentivos o reconocimientos al personal de las áreas que demuestres mejores resultados de la implementación del SGE, así como también, todas las actividades dentro de la formación se deben de registrar. (Campos, 2013)

Para el establecimiento de estrategias, procedimientos e implementación del SGE, es necesario tomar en cuenta lo siguiente:



Figura 3.5-1 Conciencia, formación y sensibilización para la implementación del SGE. Fuente: (Campos, 2013)

Capacitación sobre sistemas de gestión de la energía

Es necesario la realización de una capacitación previa a la puesta en marcha del SGE, esta se organizó en coordinación con el jefe de recursos humanos y el jefe de la unidad de postgrado de la institución, fue desarrollada durante dos jornadas los días 02 y 03 de agosto del presente año. Se solicitó que todo el personal de edificio formara parte de dichas capacitaciones.

Se enfatizó que todos conocieran sobre sistemas de gestión de la energía basados en el Estándar ISO 50001:2011, donde se expuso lo siguiente:

- La etapa de auditoría energética que se realizó.
- Generación de conciencia, formación y culturización en eficiencia energética para todo el personal.
- Buenas prácticas para el uso eficiente de los sistemas de aire acondicionado.
- Que es un sistema de gestión de la energía, sus beneficios y primeros pasos.
- Dar a conocer la política energética y propuesta para ser implementada en la institución.
- Los objetivos, metas y planes de acción que se enmarquen en el plan para la implementación.
- Además, se trataron temas como la importancia de la comunicación dentro de la gestión de la institución.

Con estas capacitaciones, se vio el interés del personal en gestionar bien los recursos energéticos de la institución y como estos están intrínsecamente relacionados con el impacto ambiental del consumo de energía.



Figura 3.5-2 Capacitación al personal del edificio de Postgrado. Fuente: Propia

3.5.3 Comunicación (4.5.3)

Consiste en comunicar al personal del Edificio de Postgrado lo referente al SGE, se debe realizar de forma clara, precisa, oportuna con el fin de garantizar que el personal conozca y maneje un mismo lenguaje energético.

Es necesario que se establezca un procedimiento de comunicación interna y externa (si así lo decide) para llevar a cabo este proceso. Se debe estipular las actividades relacionadas en la comunicación, los responsables de comunicar, los recursos necesarios y registros. Por lo que, es necesario saber que se debe comunicar del SGE, así como se muestra en la siguiente figura:



Figura 3.5-3 Que comunicar sobre el SGE. Fuente: (Campos, 2013)

Es muy importante que exista una comunicación en doble vía, es decir informar e informarse sobre el desempeño energético y avances del SGE en el Edificio de Postgrado al personal y demás partes interesadas. La retroalimentación es un factor que involucra muchos beneficios para la mejora del sistema, la motivación y participación del personal en identificación de oportunidades de mejora. (Campos, 2013)

Por lo anterior, es necesario optar por las siguientes vías o herramientas para saber cómo comunicar lo referente al SGE:



Figura 3.5-4 Herramientas de comunicación para la implementación del SGE. Fuente: (Campos, 2013)

Para estas herramientas importantes dentro del SGE que pretende implementar, se desarrollaron los siguientes afiches y carteles de comunicación enfocados en eficiencia energética:



Figura 3.5-5 Afiche de comunicación sobre el SGE en base a estándar ISO 50001.
Fuente: Propia



Figura 3.5-6 Afiche de comunicación sobre el uso eficiente de los equipos por parte del personal del edificio. Fuente: (SGA, s.f.)



Figura 3.5-7 Afiche de comunicación sobre el uso eficiente de los equipos por parte de los usuarios del edificio. Fuente: (SGA, s.f.)



Eficiencia Energética en Sistemas de Aire Acondicionado





¿Cómo ser Eficiente en el Uso de los Aires Acondicionados?

- 1 Apagar el sistema de Aire Acondicionado cuando no se ocupa.
- 2 Mantener cerradas las puertas y ventanas cuando se está climatizando el recinto.
- 3 El control de temperatura debe ser ajustado entre 23°C y 25°C.
- 4 Si la jornada laboral se desarrolla en un día fresco, encender los equipos para circulación de aire a modo de ventilador, y utilizarlos en función de acondicionamiento de aire a partir de las 09:00 a.m.
- 5 Obedecer las instrucciones del personal con respecto al buen uso de las instalaciones y de los equipos de aire acondicionado.




¿SABÍAS QUÉ?

Los Sistemas de Aire acondicionado representan entre el 40% y 60% del consumo de energía eléctrica en una edificación, es por eso que debemos ser eficientes a la hora de utilizarlos.

Este edificio tiene una calificación (A), esto debido que los edificios pueden calificarse energéticamente según el CO₂ que emiten a la atmósfera, esto es un indicador del uso de todos los equipos consumidores de energía eléctrica entre ellos los Sistemas de Aire Acondicionado.

Los equipos de climatización, refrigeración y cualquier equipo que consuma energía eléctrica deben ser adquiridos con certificación de eficiencia energética, esto nos garantiza que es un producto amigable con el medio ambiente y que cumple con todos los estándares de calidad.



Sistemas de Gestión de la Energía



Los SGE buscan mejorar el uso de los recursos energéticos con diversos fines, que pueden ser aumentar la eficiencia energética, disminuir costos de energía, como parte de una mejora en el enfoque de sustentabilidad de la Institución.

Figura 3.5-8 Banners informativo sobre EE. Fuente: Propia

Cabe destacar que la alta dirección es autónoma en decidir qué tipo de comunicación va a realizar externamente y debe establecer un procedimiento para recibir, documentar y responder a las comunicaciones externas. A la vez, la alta dirección del Edificio de Postgrado de establecer un método para la retroalimentación, aportes y sugerencias en cuanto a las actividades del sistema de gestión de la energía.

El rol que toma la alta dirección es importante para el SGE, ya que se encarga no solo de las decisiones importantes, sino que también, en comunicar de forma oportuna aspectos relevantes de la implementación, por lo que, de forma general la alta dirección también absorbe las siguientes actividades dentro de su labor:



Figura 3.5-9 Actividades y responsables de la comunicación para la implementación del SGE. Fuente: (Campos, 2013)

3.5.4 Documentación (4.5.4)

Para facilitar la implementación del sistema de gestión de energía, la elaboración de la documentación necesaria, se da con diferentes tipos de documentos, cada uno de los cuales tendrá su función determinada dentro del sistema:

Manual SGE: documento básico del sistema de gestión, el cual proporciona una visión general de cómo la organización cumple con cada uno de los requisitos. Generalmente se estructura tomando como base el orden de Los requisitos de ISO50001. Es una herramienta que cualquier miembro de la organización puede consultar, para conocer la operación del SGE.

Procedimientos: los procedimientos son documentos que completan el manual del SGE y en ellos se identifican las actividades, responsables y funciones en relación con uno o más requisitos de ISO 50001. La organización debe definir la estructura de contenido bajo la cual elaborar sus documentos, de modo que se establezca un formato estandarizado.

Instructivo de trabajo: son documentos que describen la metodología a llevar a cabo para una determinada tarea relacionada con el SGE. Su estructura puede ser muy similar a la de un procedimiento pudiéndose incluir, por ejemplo, el personal al que se le repartirá el documento.

Registros: son documentos a través de los cuales se archiva y documenta la información derivada de la ejecución de actividades establecidas en manual del sistema, en un procedimiento o en un instructivo de trabajo. Los registros servirán para evidenciar la gestión de la energía, así como el cumplimiento de los distintos puntos de la norma de cara a una auditoría.

3.5.5 Control operacional (4.5.5)

La organización debe definir e identificar los criterios de operación relacionados con los USEs destinados a mejorar el desempeño energético. Algunas de las estrategias a seguir para un control operacional efectivo son:



Figura 3.5-10 Estrategias para un control operacional eficiente. Fuente: Guía para la Implementación SGE ISO 50001. AChEE.

Gran parte del potencial de ahorro de energía en una organización está asociado a los aspectos operacionales de los equipos que componen los USEs, por ejemplo, los aires acondicionados, aun cuando los equipos utilizados presenten por diseño, altos niveles de eficiencia energética. En función de esto, el establecimiento de parámetros operacionales adecuados, desde el punto de vista del desempeño energético y objetivos del negocio, es fundamental para alcanzar los objetivos del SGE.

El mantenimiento de los equipos es crucial en el control de operaciones, ya que es la única manera de permanecer en los índices de rendimiento de los equipos.

3.5.6 Diseño (4.5.6)

La incorporación de la eficiencia energética en la etapa de diseño de una instalación, no se limita a la incorporación de tecnologías más eficientes, sino que también aplica al dimensionamiento correcto y parámetros operativos de los equipos, a la disposición necesaria, a la envolvente de edificios, a los energéticos que se emplearán, entre otros.

Para el desarrollo de nuevos proyectos (actividades o instalaciones), la organización debe procurar que los criterios de eficiencia energética sean considerados desde el diseño. Para lo anterior, se podrán realizar las siguientes actividades:

- Identificar previamente las operaciones que se relacionarán con el uso significativo de la energía.
- Identificar potenciales oportunidades de mejora.
- Coordinar esfuerzos con las áreas encargadas de los proyectos o del diseño de nuevas actividades/ procesos, para asegurar que en las distintas etapas del diseño se evalúen alternativas que permitan mejorar el desempeño energético. Además, deberán validar que estas nuevas actividades no tendrán un impacto negativo en el desempeño energético de La organización.
- Todos los resultados de las etapas de diseño deberán ser documentadas conforme a lo establecido en el marco del SGE.

3.5.7 Compra de servicios de energía, productos, equipos y energía (4.5.7)

Criterios de compra para equipos eficientes para El Salvador

Como parte del proceso de compras que se realizan en las entidades públicas de El Salvador existe un instructivo o manual que orienta y dirige a las instituciones hacia un proceso ordenado en la identificación, preparación y realización de las adquisiciones de equipos energéticos, además de que apliquen los criterios de eficiencia en la compra de esos equipos.

El Manual permite introducir a los usuarios en el conocimiento e importancia de las compras públicas eficientes a través de una serie de pasos o actividades previas a las mismas, seguido por los aspectos más importantes dentro del proceso como la preparación de especificaciones o características técnicas de los equipos referenciadas a una norma nacional y/o internacional y la inclusión de criterios de eficiencia en la evaluación de las ofertas de estos equipos, así como los lineamientos a seguir para tener un proceso ordenado; por lo que, se enuncian los aspectos de mayor importancia dentro de este manual.

- Planificación de compras anuales

La compra de equipos es el proceso realizado por una entidad para conseguir aquellos bienes y servicios que requiere para su operación y que son producidos o prestados por terceros. Este concepto implica incorporar en la definición del proceso todas las actividades que se relacionan con la compra o contratación, desde la detección de necesidades hasta el fin de la vida útil del bien o equipo.

- Pasos a seguir en el proceso de compras

Preparación de datos técnicos o especificaciones mínimas que incluyan los requerimientos técnicos en base a la revisión que se hace del mercado y a las recomendaciones obtenidas por expertos. Evaluación de ofertas dando prioridad a los productos clasificados como eficientes y seleccionar el producto cuya inversión inicial más gasto de operación durante vida útil sea el más bajo.

- Definición de requerimientos técnicos

Los aspectos clave a considerar para aplicar criterios de Eficiencia Energética en la definición de requerimientos o especificaciones técnicas de los equipos energéticos son los siguientes:

- Enfocarse en las compras importantes.
- Participación de la dependencia que solicita la compra.
- Realizar una investigación de lo que se ofrece en el mercado consultando a expertos y proveedores.
- Definir las características claves del producto o equipo a adquirir.
- Registrar y utilizar información de las adquisiciones anteriores.
- Redactar bases técnicas o especificaciones mínimas que deben cumplir los equipos, haciendo siempre referencia a una norma nacional y/o internacional.

- Características claves del producto o equipo

La definición de requerimientos técnicos clave de un equipo tiene básicamente dos objetivos: señalar a los proveedores qué y cómo se quiere comprar, en segundo lugar, indicarles las características más relevantes de la compra, a fin de tener presente la necesidad concreta a satisfacer. Si bien es

cierto que en la mayoría de los casos un aspecto importante a la hora de comparar ofertas es el precio, es aconsejable incorporar otros aspectos relevantes como la calidad (certificaciones), los gastos de operación (consumo de energía, vida útil, mantenimiento), etc.

- Evaluación de ofertas

Los criterios o aspectos a utilizar en el proceso de evaluación de ofertas de compra de equipos energéticos deben incluir entre otros:

- Identificar los productos clasificados como eficientes.
- Evaluar consideración valor de compra y gastos de operación.
- Programa de etiquetado y normas técnicas de equipos eficientes. (PNUD-CNE, 2012)

Programa de etiquetado y normas técnicas de equipos eficientes

Antes de realizar la recomendación de características técnicas de equipos energéticos es importante tener en cuenta que existen en el mundo diversas normas de equipos energéticos y programas de etiquetado que complementan dichas normas. Estos instrumentos existentes y/o en proceso de implementación en algunos países, ayudan a las entidades y personas encargadas de las compras públicas en el momento de realizar la recomendación y selección óptima de equipos que consumen energía eléctrica.

- Sellos de eficiencia energética a nivel regional

Existen en el mundo diversos programas de etiquetado de equipos eficientes y sellos asociados a los mismos. En la figura 3.5-11 se presentan algunas de las etiquetas y sellos más conocidos.



Figura 3.5-11 Etiquetas y sellos de eficiencia energética. Fuente: PNUD-CNE, Elaboración de normas técnicas sobre compras con criterio de eficiencia, 2012

- Normas de eficiencia energética

En relación con las normas técnicas sobre las cuales se especifican las características de los equipos energéticos, se hará mención a la Norma Salvadoreña (NSO) que exista para cada tipo de equipo, sin embargo, las recomendaciones estarán basadas en las normas internacionales más eficientes o de alta eficiencia, así como en los sellos Fide, Energy Star y Nema Premium.

Las etiquetas más comunes en la región son la europea, utilizada por los países suramericanos y la americana, usada por México y Centroamérica. En el caso de El Salvador las normas NSO de refrigeradores domésticos y comerciales, aire acondicionado y lámparas fluorescentes compactas (LFC) exigen el etiquetado obligatorio para estos equipos, así que ellos deben tener su etiqueta.

La etiqueta para refrigeración y aire acondicionado es del tipo americano y la de lámparas LFC es del tipo europeo. (PNUD-CNE, 2012)

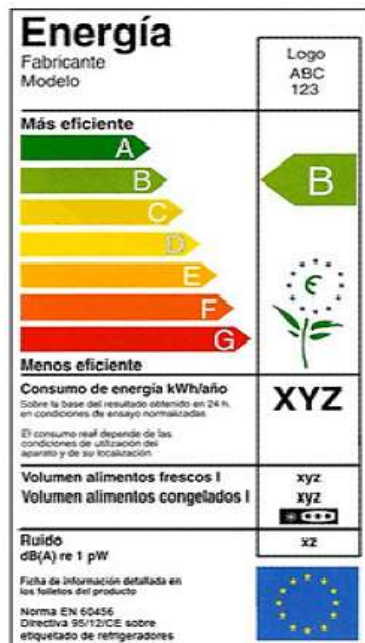


Figura 3.5-12 Etiqueta de la Unión Europea. Fuente: PNUD-CNE, Elaboración de normas técnicas sobre compras con criterio de eficiencia, 2012

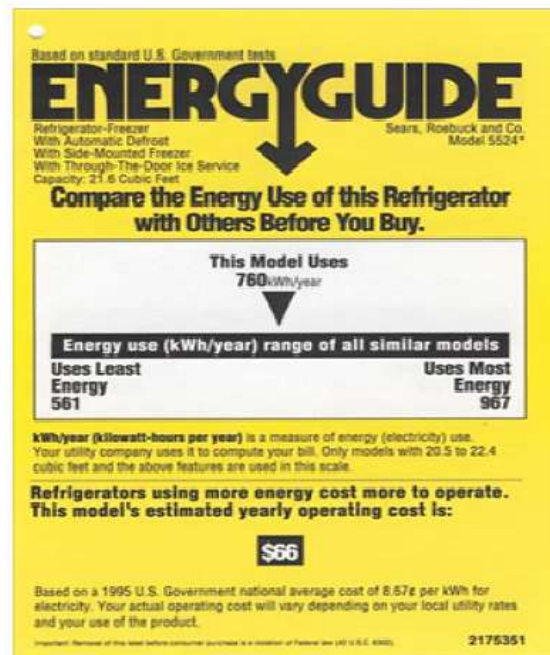


Figura 3.5-13 Etiqueta de Estados Unidos. Fuente: PNUD-CNE, Elaboración de normas técnicas sobre compras con criterio de eficiencia, 2012

Especificaciones técnicas recomendadas para equipos de aire acondicionado

Los equipos de aire acondicionado son utilizados regularmente para controlar la humedad y tener confort, y son ampliamente utilizados en El Salvador, sobre todo en el área de San Salvador y en las ciudades grandes.

Para los aires acondicionados se utiliza como criterio de eficiencia el valor del índice o relación de eficiencia energética (EER o REE), medido generalmente en [BTU/h]/We. También es común utilizar el coeficiente estacional de eficiencia energética SEER, expresado en las mismas unidades que el EER y cuya relación es: $EER = SEER * 0.85$.

Hoy en día es posible conseguir en el mercado equipos con EER de 13, 14 y hasta 16, comparados con los equipos ineficientes fabricados hace varios años que tenían un EER de 6 o menos. El tener un factor de eficiencia (EER) más alto implica que el consumo de energía del equipo es menor. Se recomienda comprar equipos que tengan un sello de distinción de alta eficiencia como por ejemplo el “sello Fide” o “Energy Star” o una etiqueta que les garantice un alto porcentaje de ahorro de energía (letras A o B). (PNUD-CNE, 2012)

Tabla 3.5-1 Aire acondicionado tipo Mini Split. Fuente: PNUD-CNE, Elaboración de normas técnicas sobre compras con criterio de eficiencia, 2012

AIRE ACONDICIONADO UNIDADES TIPO MINI-SPLIT								
Descripcion	Valor recomendado Eficiente				Valor recomendado Alta eficiencia			
1. Capacidad, Miles de BTU/ hr	6 a 18	24 a 36	36 a 60	>= 65	6 a 18	24 a 36	36 a 60	>= 65
Capacidad, kw	1.8 a 5.3	7 a 10.5	11 a 17.6	>19	1.8 a 5.3	7 a 10.5	11 a 17.6	>19
2. Eficiencia: EER , [BTU /hr] /We	10.3	10.3	10.3	10.3	13.0	13.0	13.0	13.0
Eficiencia: SEER, [BTU /hr] /We	12.1	12.1	12.1	12.1	15.3	15.3	15.3	15.3
3. Consumo potencia, kw	d.f	d.f	d.f	d.f	d.f	d.f	d.f	d.f
4. Consumo anual energia, kwh (1)	d.f	d.f	d.f	d.f	d.f	d.f	d.f	d.f
5. Ruido max, dbA	< 70				< 70			
6. Vida util equipo, años	d.f				d.f			
7. Tipo de refrigerante	Ecologico				Ecologico			
8. Tipo de motor	Alta eficiencia				Alta eficiencia			
9. Normas de referencia	NSO23.47.06.10 y 23.47.07.09,				ARI-210, ASHRAE, y Sellos			
	ARI-210, ASHRAE, NOM-011 y 023				FIDE 4113 y 4116 y Energy Star			
(1) Basado en 2000 hr anual	d.f. dato a suministrar por el fabricante							

Tabla 3.5-2 Aire acondicionado Tipo Central. Fuente: PNUD-CNE, Elaboración de normas técnicas sobre compras con criterio de eficiencia, 2012

AIRE ACONDICIONADO UNIDADES TIPO CENTRAL								
Descripcion	Valor recomendado Eficiente				Valor recomendado Alta eficiencia			
1. Capacidad, Miles de BTU/ hr	6 a 12	12 a 24	30 a 60	>65	6 a 12	12 a 24	30 a 60	>65
Capacidad, kw	1.8 a 3.7	3.7 a 7.4	9.3 a 18.6	20.2	1.8 a 3.7	3.7 a 7.4	9.3 a 18.6	20.2
2. Eficiencia: EER , [BTU /hr] /We	11	11	11	11.8	13	13	13	13
Eficiencia: SEER, [BTU /hr] /We	12.9	12.9	12.9	13.9	15.3	15.3	15.3	15.3
3. Consumo potencia, kw		d.f	d.f	d.f	d.f	d.f	d.f	d.f
4. Consumo anual energia, kwh (1)		d.f	d.f	d.f	d.f	d.f	d.f	d.f
5. Ruido max, dbA	< 70				< 70			
6. Vida util equipo, años	d.f				d.f			
7. Tipo de refrigerante	Ecologico				Ecologico			
8. Tipo de motor	Alta eficiencia				Alta eficiencia			
9. Normas de referencia	NSO23.47.06.10 y 23.47.07.09,				ARI-210, ASHRAE, y Sellos			
	ARI-210, ASHRAE, NOM-011 y 023				FIDE 4113 y 4116 y Energy Star			
(1) Basado en 2000 hr anual	d.f. dato a suministrar por el fabricante							

3.6 Verificación (4.6)

La verificación es un paso clave del sistema de gestión energética, en este punto se ha empezado a practicar en las actividades diarias de los ocupantes del edificio las buenas prácticas, la concientización de ahorro energético, las mejoras de ahorro y desempeño energético del edificio; por consiguiente, es necesario hacernos una pregunta ¿Se ha mejorado el desempeño energético del edificio?, la respuesta a esta pregunta se contestará por medio de la verificación.

La verificación debe contemplar:

- Los usos significativos de energía y otras salidas de la revisión de energía.
- Las variables pertinentes relacionadas al uso significativo de energía.
- Los índices de Desempeño Energético.
- La eficacia de los planes de acción en el logro de objetivos y metas.
- La evaluación del consumo de energía real versus el esperado.

Los resultados de esta verificación y de sus aspectos más importantes se debe mantener. (ONUUDI, 2014)

3.6.1 Seguimiento, verificación y análisis (4.6.1)

El Edificio de Postgrado de la Facultad de Ciencias Agronómicas debe garantizar las características más importantes de sus actividades las cuales determinan el desempeño energético del edificio, en este caso el consumo de energía eléctrica por el uso de los equipos de aire acondicionado estas se medirán y analizarán en intervalos de tiempo planificados, esto servirá para actuar de manera oportuna estableciendo acciones que puedan corregir y prevenir el desempeño energético del edificio. (Velásquez, 2015)

En el presente trabajo la verificación se realiza después de las charlas informativas y capacitaciones impartidas al personal del edificio tal como se describe en la siguiente tabla:

Tabla 3.6-1 Seguimiento, Verificación y Análisis en el edificio de postgrado de la facultad de ciencias agronómicas.

Lugar	Evaluación	Seguimiento	Análisis
Instituto de Investigaciones Agroalimentarias, Ambientales y Escuela de postgrado y Educación Continua	La organización debe efectuar mediciones para determinar el indicador que demuestre el comportamiento energético de los equipos de AA instalados en el edificio.	La institución debe generar y guardar los registros de las mediciones con una frecuencia determinada, esto con el fin de realizar correcciones si es necesario.	Es aquí donde los resultados de las mediciones se evalúan y se comparan con los requerimientos establecidos por la institución.

3.6.2 Evaluación requisitos legales y otros requisitos (4.6.2)

De acuerdo con un SGE, la institución educativa debe identificar los requisitos legales aplicables correspondientes en materia de gestión energética, de los cuales debe requiere un seguimiento continuo verificación y cumplimiento permanente y verificando si existen actualización de la normatividad (ISO 50001:2011) o reglamentos aplicables a la institución educativa (Velásquez, 2015) que tiene relación a nivel nacional como fue mencionado en apartados anteriores (3.4-2)

3.6.3 Auditoría interna del SGE (4.6.3)

Metodología para realizar una auditoría energética

La auditoría interna es una herramienta que permite evaluar si el SGE está respondiendo adecuadamente, a los propósitos para los cuales fue planeado e implementado. Las auditorías internas se realizan a intervalos regulares y planeados, según un procedimiento documentado. Este procedimiento requiere planificación anticipada en el ámbito del cual se definirán los parámetros evaluados, los empleados responsables por su implementación y la forma de comunicación de los resultados a la alta dirección. (Agencia Chilena de Eficiencia Energética, 2017)

En este apartado se pretende mostrar de manera sencilla los pasos más importantes en la realización de una auditoría interna, con el fin de que la institución tenga las herramientas y pasos claros para poder realizarlas a través de la junta directiva y el representante de la alta dirección.

El proceso debe tener las siguientes características:

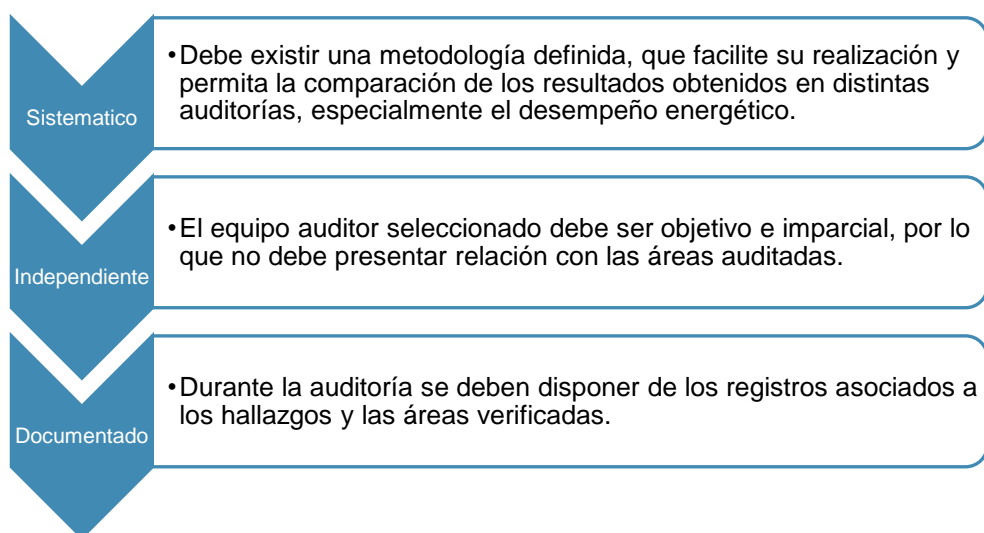


Figura 3.7.3 Características de una auditoría energética, Fuente: Agencia Chilena de Eficiencia Energética, 2017.

Los pasos más importantes que deben existir en una auditoria interna son:

✓ Programación de la auditoria.

La programación es el conjunto de una o más auditorias planificadas para un periodo de tiempo determinado y dirigidas hacia un propósito específico, en este caso el propósito sería los sistemas de aire acondicionado tomando en cuenta: mantenimiento, uso, prácticas, consumo energético y cualquier otra variable que afecte el desempeño de los mismos.

De manera general la programación de una auditoria comprueba el porcentaje de la efectividad del sistema de gestión energética, la alta gerencia debe asegurar que los objetivos del programa de auditoria se hayan establecido y asignar una o más personas que cuenten con las competencias para gestionarlo. (Agencia Chilena de Eficiencia Energetica, 2017)

✓ Equipo auditor

La cantidad de personas que puedan conformar un equipo auditor casi siempre dependerá del tamaño de la organización, este puede estar compuesto por uno o más auditores, de ser necesario pueden contar con asesores técnicos expertos en el tema, en el equipo una de las personas debe ser nombrada como líder, esta debe tener conocimiento o experiencia en realización de auditorías para comprender que hacer a la hora de realizar la auditoria.

El equipo puede ser conformado por las personas que hayan participado de la implantación y las capacitaciones realizadas en el personal del edificio, pero que no estén involucradas directamente con lo que se evaluara en la auditoria.

Se recomienda también la contratación de auditores externos calificados o con conocimientos en el tema, para optimizar tiempos y obtención de resultados

más específicos, particularmente cuando se relacionan con el consumo energético. (Agencia Chilena de Eficiencia Energetica, 2017)

✓ Planificación de la auditoria.

La planificación es continuación del apartado anterior que es el equipo de auditoria interna, en la planificación se interacciona con el representante de la alta dirección para planificar la auditoria y para la preparación de la documentación, los permisos y accesos, se elabora el plan de auditoria interna, indicando el alcance, los objetivos, los responsables, fechas y horarios, una vez definido todo lo anterior se procede a comunicar al personal auditado. (Agencia Chilena de Eficiencia Energetica, 2017).

✓ Desarrollo

De acuerdo a la norma ISO 19011, el desarrollo de una auditoría, tiene los siguientes componentes:

- Realización de la reunión de apertura.
- Revisión documental durante la realización de la auditoría.
- Recolección y verificación de información.
- Preparación de conclusiones de auditoría por parte del equipo auditor.
- Realización de reunión de cierre.

Además de evaluar la conformidad y el cumplimiento de la norma ISO 50001 en el SGE de la organización, las conclusiones del proceso de auditoría interna deberían responder las siguientes preguntas:

- ¿Se están alcanzando los objetivos y las metas establecidos?

- ¿Se están siguiendo los planes de acción y los controles establecidos por la organización?
- ¿Es posible admitir que los procedimientos y planes establecidos por la organización conducirán a la mejora del SGE?
- ¿Hay pruebas de la mejora continua del desempeño energético?

Cabe destacar que la finalidad de la auditoría no es encontrar errores, sino evaluar la conformidad de un sistema respecto a la norma que se audita.

✓ Clasificación de hallazgos.

La evidencia obtenida debe ser evaluada a fin de determinar los hallazgos de la auditoría, en el caso de que no se cumple un requisito, se denomina “No conformidad”.

Las no conformidades y su soporte de evidencia de auditoría deben ser registradas. Y ser revisadas con el auditado a fin de obtener reconocimiento de que la evidencia de auditoría es correcta y que las no conformidades son entendidas. (Agencia Chilena de Eficiencia Energetica, 2017)

✓ Informe

Según la norma ISO 19011:2011, el reporte de auditoría debe proveer un registro completo, exacto, conciso y claro de la auditoría, además de incluir o hacer referencia a lo siguiente:

- a) Los objetivos de la auditoría.
- b) El alcance de la auditoría, particularmente la identificación de las unidades de la organización y de las unidades funcionales o los procesos auditados.
- c) Identificación del cliente de auditoría.

- d) Identificación del equipo auditor y los participantes del auditado en la auditoría.
- e) Las fechas y los lugares donde se realizaron las actividades de auditoría.
- f) Los criterios de auditoría.
- g) Los hallazgos de la auditoría y la evidencia relacionada.
- h) Las conclusiones de la auditoría.
- i) Una declaración sobre el grado en el cual se han cumplido los criterios de la auditoría.

El reporte de la auditoría debería estar fechado, revisado y aprobado, según aplique, de acuerdo con los procedimientos del programa de auditoría.

El reporte de la auditoría una vez aprobado debe ser distribuido a los receptores designados en los procedimientos o plan de auditoría. (Agencia Chilena de Eficiencia Energética, 2017)

Metodología realizada en una auditoría energética en edificios que poseen áreas con oficinas (Edificio de Postgrados de la Facultad de Ciencias Agronómicas)

✓ Programa de auditoría.

Luego de realizar las capacitaciones y charlas al personal del edificio, enseñando las buenas prácticas para mejorar la eficiencia energética en equipos de aire acondicionado y el conocimiento de la norma ISO 50001, se les informa que se realizara una auditoría interna enfocada a la reducción del consumo energético de los equipos de aire acondicionado y sobre el cumplimiento de las buenas prácticas de ahorro energético enseñadas en las charlas.

✓ Equipo auditor.

Debido a que en la Facultad de Ciencias agronómicas no se cuenta con un departamento o equipo de eficiencia energética, no hay personal capacitado en el tema y que la norma (ISO 50001) permite la participación externa de auditores, el equipo auditor estará conformado por el grupo de trabajo de graduación, el cual mostrará los pasos que se realizan al jefe del edificio y recursos humanos de la facultad, de esta manera se optimiza tiempo, recursos y se garantiza que los datos obtenidos en las mediciones serán más detallados y específicos.

✓ Planificación de la auditoria.

Con el equipo auditor ya definido se procede a calendarizar la auditoria interna junto con el jefe del edificio, el jefe de recursos humanos de la Facultad y la Unidad de Desarrollo Físico de la Universidad de El Salvador, las dos primeras entidades aprueban los permisos para poder acceder al edificio, conectar el analizador de redes sobre las protecciones de los equipos de aire acondicionado para posterior toma de mediciones y fotos que servirán para la elaboración del reporte, la Unidad de Desarrollo Físico de la Universidad proporcionara el permiso para el prestamos del analizador de redes que se ocupara en la auditoria.

La auditoría contemplara:

- Medición de consumo energético de los equipos de aire acondicionado durante una semana en el segundo nivel del edificio las fechas: 11/10/2018 hasta 18/10/2018
- Medición de consumo energético de los equipos de aire acondicionado en el primer nivel del edificio, estas mediciones se realizarán durante una

actividad masiva en el auditorium del edificio las fechas: 18/10/2018 hasta 20/10/2018

- Inspección de la utilización del de las áreas climatizadas en el edificio, uso de los equipos de aire acondicionado y buenas prácticas de ahorro energético, fechas 11/10/2018 hasta 20/10/2018.

✓ Desarrollo

Para realizar el desarrollo se procederá a seguir los pasos de la guía de implementación de la Norma ISO 50001 (Agencia Chilena de Eficiencia Energetica, 2017)

- Realización de reunión de apertura.

En la finalización de la capacitación y charla informativa se aprovecha la reunión de todo el personal involucrado en el edificio como: profesores, jefe, secretaria, personal de mantenimiento, en esta reunión se explicó el alcance y objetivo de la auditoria, las fechas a realizar y las actividades que se realzaran durante la misma.

- Revisión de documentos durante la realización de la auditoria.

Los documentos que se requieren para esta auditoría de verificación ya fueron proporcionados durante la auditoría preliminar sobre el estado actual del edificio, tales como: planos estructurales, planos eléctricos, distribución de los quipos de aire acondicionado y horarios de uso del edificio; por lo que se retomaran los mismos documentos para eta revisión.

- Recolección y verificación de la información.

Como se mencionó anteriormente las primeras mediciones se realizarán en la protección principal de los equipos de aire acondicionado del segundo nivel del edificio en la fecha: 11/10/2018 hasta 18/10/2018, los resultados de las mediciones son los siguientes:

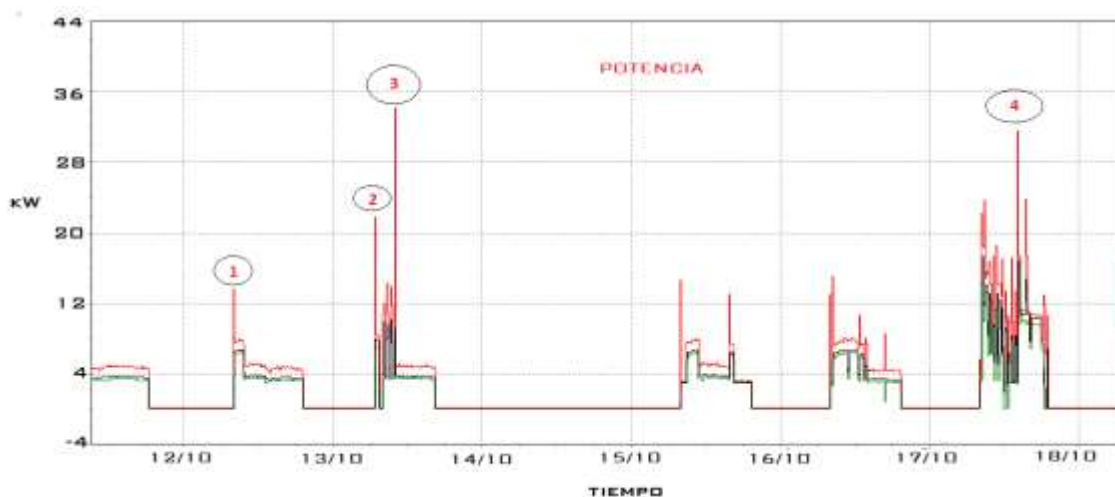


Figura 3.6-1 Historial de potencia registrado en el periodo de medición en el segundo nivel del edificio de postgrados; Fuente: Propia

La figura 3.6-1 muestra la potencia consumida por los aire acondicionados del segundo nivel, en esta grafica se puede observar las maximas potencias que van desde los 13 hasta los 5 kW aproximadamente, es importante que estas potencias estan directamente relacionadas con los arranques de los equipos durante el dia, se puede obserbar que la medicion del dia 12 los aires empezaron a funcionar alrededor de las 7 de la mañana, pero el dia 13 solo una parte de los equipos empezo a funcionar a las 7 de la mañana, mientras que el resto fueron encendidos alrededor de las 10 de la mañana y esta practica se repite durante los demas dias de medicion, cabe aclarar que durante estos dias el clima no fue calurozo sino que se presentaron pequeñas lluvias durante la mañana, con esta

practica se puede comprobar que se estan practicando parte de las buenas costumbres de ahorro de energia, como de no encender los equipos de aire acondicionado mientras no se requieran.



Figura 3.6-2 Historial de consumo de energía de los equipos de aire acondicionado en el segundo nivel del edificio de postgrados; Fuente: Propia

La figura 3.6-2 nos presenta la energía consumida por los equipos de aire acondicionado de manera acumulada en el segundo nivel durante el periodo de medición llegando a consumir en una semana de medición 332.34 kWh

Las segundas mediciones se realizaron en el primer nivel del edificio, durante una actividad masiva de la facultad de ciencias agronómicas, en la cual se ocupó el auditorium dos días (18 y 19 de octubre) en los horarios de 8:00 am hasta aproximadamente las 8:00 pm, el resultado de las mediciones fue el siguiente:

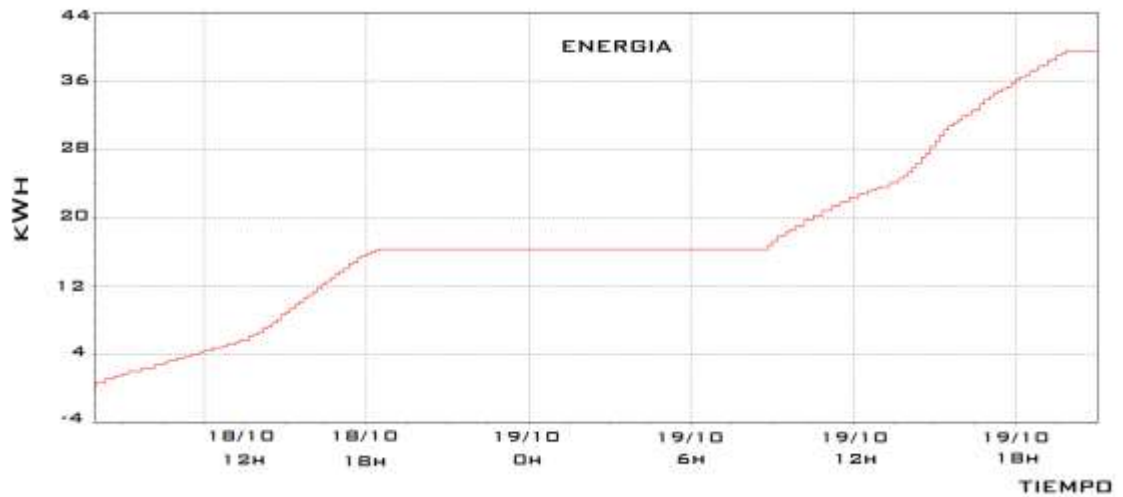


Figura 3.6-3 Historial de consumo de energía de los equipos de aire acondicionado en el primer nivel del edificio de postgrados, Fuente: Propia

De la figura 3.6-3 podemos obtener que la energía consumida total en dos días de medición fue de 39.58 kWh en dos días de medición.

Durante la realización de la auditoria se hicieron recorridos en el edificio para observar que malas prácticas se habían reducido, dentro de estas se prestó mayor atención a la eliminación de fugas por medio de puertas abiertas en las aulas climatizadas y el auditorium, el encendido de equipo en horas que realmente se necesita la climatización y la mejora de la comunicación.



Figura 3.6-4 Conexión del analizador de redes en la protección principal de los equipos de aire acondicionado del segundo nivel.
Fuente: Propia



Figura 3.6-5 Extracción de datos del analizador de redes para posterior análisis, Fuente: Propia



Figura 3.6-6 Conexión del analizador de redes en la protección principal de los equipos de aire acondicionado del primer nivel.
Fuente: Propia



Figura 3.6-7 Reducción de fugas de aire con puertas cerradas, cuando los sistemas de aire acondicionado están encendidos. Fuente: Propia



Figura 3.6-8 Analizador de redes conectado y registrando datos. Fuente: Propia

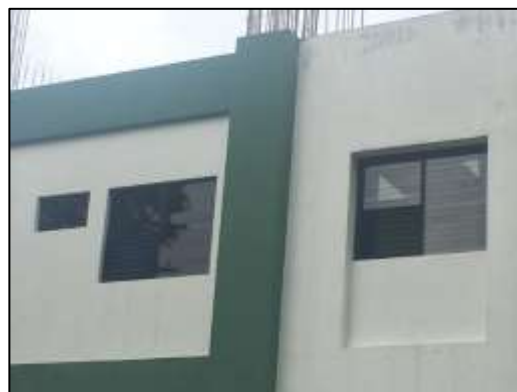


Figura 3.6-9 Vista del ala Norte del edificio, ventanas abiertas en las horas de la mañana para ventilación natural. Fuente: Propia

Se logró constatar que las recomendaciones realizadas al personal del edificio sobre encender los equipos de aire acondicionado a la hora que se necesitaran y no precisamente al inicio de la jornada de trabajo se estaba tomando en cuenta, así como también el no olvidar cerrar las puertas de los salones acondicionados si los sistemas de aire acondicionado estaban encendidos.

Informe de inspección e informe de auditoría energética

El informe de auditoría contempla el monitoreo de consumo de energía de los sistemas de aire acondicionado y una serie de inspecciones para verificar si las buenas prácticas en uso de eficientes de los mismo se llevan a cabo. En esta etapa se comparan las líneas base de eficiencia energética para obtener parámetros de que ratifiquen el cumplimiento de objetivos y metas energéticas.

Como primer punto se evaluó en consumo de energía antes y durante la implementación del plan piloto, de la siguiente manera:

- Comparación de consumo de energía de los sistemas de aire acondicionado en el primer nivel:

En la etapa de revisión energética se monitoreo en consumo de energía que resulto ser de 87.612 kWh que representa el uso normal del auditorio equivalente a una semana; de la misma manera en la etapa de verificación el consumo de energía fue de 39.58 kWh lo que representa un 55% menos de energía con respecto al dato anterior. Esta reducción del consumo de energía es consecuencia de:

- ✓ El disparo de la uno de los equipos fue solucionado, anteriormente uno de los sistemas de aire acondicionado se disparaba y dejaba de funcionar, lo que ocasionaba que la otra unidad absorbiera mucha más carga térmica haciendo que esta permaneciera más tiempo encendida y con periodos de arranque más cortos con el fin de mantener los requerimientos de climatización; por lo cual, esta sobrecarga en esa unidad generaba un aumento de energía por estar fuera de su rango de funcionamiento. Ya solucionado el problema, los dos sistemas de aire acondicionado operan con normalidad y se aprecia una reducción considerable.
- ✓ Algunas medidas de recomendación que fueron expuestas durante la etapa de capacitación fueron acatadas, como lo son: Mantener puertas y ventanas cerradas, la configuración de los termostatos, apagar los equipos durante las horas del almuerzo y la cultura en eficiencia energética por parte del personal a cargo de las instalaciones del auditorio.

- Comparación de consumo de energía de los sistemas de aire acondicionado en el segundo nivel:

De la misma manera se realizó el monitorio de los sistemas de aire acondicionado tanto en la etapa de revisión como en la de verificación para el segundo nivel, obteniendo los siguientes parámetros de energía 488.189 kWh y 332.34 kWh respectivamente. Ambos parámetros son el resultado del monitorio de una semana de medición y se puede observar que se ha reducido en un 32% el consumo de energía a causa de las siguientes variables:

- ✓ Durante el periodo de medición, se logró observar gracias a la generación de cultura en eficiencia energética que en las mañanas frescas tenían ventilación natural al tener las ventanas y puertas abiertas con los sistemas de aire acondicionado apagados.
- ✓ También debido a la época de lluvias o con alta nubosidad los equipos se encendían de las 9:00 am en adelante, disminuyendo así el periodo de funcionamiento durante el día.
- ✓ De la misma manera que el primer nivel, debido a la sensibilización en eficiencia energética el personal del segundo nivel de las áreas de investigación, postgrado, oficinas, centro de cómputo, entre otros; han acatado recomendaciones por el bien de los recursos energéticos de la institución.

- Demanda energética anual de refrigeración para las etapas de revisión y verificación energética.

Tabla 3.6-2 Demanda anual de refrigeración en las etapas de revisión y verificación. Fuente: Propia

Etapa	Nivel	KWh Semanal	kWh Anual	Demanda de Refrigeración (kWh/m ² . año)
Revisión Energética	Primer Nivel	87.612	4,205.38	12.57
	Segundo Nivel	488.189	23,433.07	79.40
	Global	575.80	27,638.45	43.89
Verificación Energética	Primer Nivel	39.58	1,899.84	5.68
	Segundo Nivel	332.34	15,952.32	54.05
	Global	371.92	17,852.16	28.35

- Calificación energética para las etapas de revisión y verificación energética.

Esto consiste en determinar cómo ha cambiado el desempeño energético del edificio según su demanda de refrigeración anual evaluando si los objetivos y metas energéticas establecidas previamente se han cumplido.

Para esta evaluación del desempeño energético se hace uso de la siguiente escala de calificación de eficiencia energética **Figura 3.4-19** se obtiene la siguiente tabla:

Tabla 3.6-3 Comparación de calificación energética durante esta de revisión y verificación. Fuente: Propia

Etapa	Nivel	Demanda de Refrigeración (kWh/m². año)	de Calificación Energética
Revisión Energética	Primer Nivel	12.57	A
	Segundo Nivel	79.40	C
	Global	43.89	B
Verificación Energética	Primer Nivel	5.68	A
	Segundo Nivel	54.05	B
	Global	28.35	A

Como se puede observar en la tabla anterior, debido a la reducción significativa del consumo de energía la demanda de refrigeración global paso de ser de 43.89 kWh/m².año a 28.35 kWh/m².año, resultando así un mejor desempeño energético, ya que paso de estar en clasificación B a calificación A.

- Evaluación de ahorro energético

Un parámetro fundamental que evidencia significativamente como ha sido el comportamiento del consumo de energía de los sistemas de aire acondicionados durante la etapa del plan piloto, es ver como esto se refleja en gastos económicos para la institución y verificar si las acciones tomadas por el personal han resultado beneficiosas para reducir dichos gastos.

A continuación, en la tabla siguiente se evalúan como ha sido el resultado de ahorro económico de las etapas de revisión y verificación energéticas:

Tabla 3.6-4 Evaluación de ahorro económico. Fuente: Propia

Etapa	kWh Anual de A/A	Costo	Ahorro
Revisión Energética	27,638.45	\$ 3,778.52	\$ 1,337.91
Verificación Energética	17,852.16	\$ 2,440.61	

3.6.4 No conformidades, corrección, acción correctiva y acción preventiva (4.6.4)

Cuando exista alguna NC (no cumplimiento de un requisito) la institución debe ver esta como la oportunidad que tiene para establecer y priorizar acciones de mejora del desempeño energético. Cuando existen esas NC en el edificio de postgrado, se debe realizar el tratamiento de esta mediante acciones correctivas (las cuales eliminan la causa raíz de la no conformidad) o acciones preventivas (es para prevenir la ocurrencia de una no conformidad potencial), en las cuales es necesario realizar un análisis de causas y una corrección para eliminar la no conformidad detectada. (Campos, 2013)



Figura 3.6-10 Actividades para el cumplimiento del requisito de las no conformidades. Fuente: (Campos, 2013)

Evaluación de no conformidades latentes

- 1. No conformidad:** Por el momento la institución no cuenta con un comité o equipo de gestión energética, lo cual incumple el Requisito 4.2.2 del Estándar ISO 50001:2011.

Acción correctiva: Que la alta dirección (junta directa) busque a los perfiles idóneos que sigan la jerarquía de la institución para conformar el comité de eficiencia energética y posteriormente capacitarlos para ejecutar correctamente la implementación del SGE en base al estándar ISO 50001.

- 2. No conformidad:** La institución carece de un control de registros eficaz para un SGE, lo cual no satisface por completo el Requisito 4.6.5 del Estándar ISO 50001:2011.

Acción correctiva: Que la institución cuente con un sistema de registros en una plataforma digital para llevar el control de cada evento o actividad que se realice en el edificio, también si es pertinente registrar cada nota, aviso, anuncio y/o documento que validen el cumplimiento del SGE.

3.6.5 Control de registros (4.6.5)

La institución debe mantener y garantizar el control de los registros (documentos que reflejen la implementación del SGE en la institución), ya que son una evidencia del cumplimiento de los requisitos, garantizan la ejecución de las actividades del SGE. Por medio de los registros se conoce el estado del sistema de gestión. (Campos, 2013)

3.7 Revisión por la dirección (4.7)

3.7.1 Generalidades (4.7.1)

Las revisiones por la alta dirección se realizan con el fin de verificar el cumplimiento y asegurar el mejoramiento continuo del sistema de gestión de la energía. También se hacen para acuerdos para los objetivos y metas energéticas, definir los recursos necesarios para la implementación de planes de acción y lograr un apoyo y compromiso con el SGE. (Campos, 2013)

La revisión energética debe ser primordial para mantener o mejorar el desempeño energético de la institución, por eso, ésta debe girar en torno a:



Figura 3.7-1 Revisión por la Alta Dirección. Fuente: (Campos, 2013)

3.7.2 Información de entrada para la revisión por la alta dirección (4.7.2)

Es toda la información recopilada necesaria para realizar la revisión energética. Cuyos responsables son los miembros del comité de gestión de la energía y el representante de la dirección; y se debe analizar lo siguiente:

- Avance del SGE.
- Estado actual.
- Cambios/adiciones en los USE.
- Indicadores de desempeño energético.
- Evaluación de los sistemas de mediciones actuales.
- Necesidad de ampliación del alcance.
- Cumplimiento oportuno de objetivos y metas energéticas.
- Planes de acción implementados oportunamente.

- Recursos para alcanzar la política energética y planes de acción.
- Expectativas, motivación y compromiso del personal.
- Necesidad de actualizar establecer nuevos objetivos y metas.
- Cuando se cumplieron los objetivos y las metas anteriores.
- Cuáles serán los nuevos planes estratégicos. (Campos, 2013)

3.7.3 Resultados de la revisión por la alta dirección (4.7.3)

Se debe realizar un informe en el que se detallen los resultados obtenidos, las nuevas necesidades, los cambios realizados y requerimientos para el próximo periodo según el ciclo de mejora continua PHVA.

Y debe incluirse en el informe lo siguiente:

- Las decisiones tomadas para el cumplimiento de la política energética.
- Las acciones a realizar para el cumplimiento de los nuevos objetivos.
- Los responsables a cargo del comité de EE.
- Los plazos y recursos para el periodo siguiente. (Campos, 2013)

RESULTADOS

Luego de realizar una auditoria preliminar y un recorrido sobre el edificio inspeccionando los sistemas de aire acondicionado, sus capacidades térmicas en el primer nivel (20 toneladas de refrigeración) y segundo nivel (20 toneladas de refrigeración), la instalación de los mismos y su estado físico, se procedió al análisis y el cálculo de carga térmicas según las áreas acondicionadas del edificio, esto con el fin de comprobar si las cargas están bien diseñadas, los resultados de dicho cálculo fueron presentados en la **Tabla 2.1-69**, este resultado mostro que los sistemas de aire acondicionado están bien diseñados con respecto a su carga térmica.

Posteriormente se realizaron mediciones de consumo de energía de la facultad a lo largo del año 2017 y parte del año 2018 utilizando una herramienta web que brindo la información necesaria ; luego se midió el consumo eléctrico en las protecciones principales de los sistemas de aire acondicionado en el primer, segundo nivel y en la protección general de todo el edificio, con el fin de conocer el estado actual del consumo de energía del edificio, así como también descubrir cuanto representa el edificio de postgrados en concepto de energía eléctrica a la Facultad de Ciencias Agronómicas, de lo cual se conoció que la Facultad de Ciencias Agronómicas consume en un año (2017) 156,220 kW-h que transformado en dinero es \$17,610.68, el edificio de postgrados de la Facultad de Ciencias Agronómicas consume en un mes 3,337.544 kW-h. lo cual en dinero es \$456.54, las mediciones de los equipos de aire acondicionado en el primer nivel edificio fueron 350.45 kW-h en un mes y en el segundo nivel fue de 1952.76 kW-h en un mes, es decir que el consumo de energía solo en equipos de aire acondicionado en un mes aproximadamente es de 2,303.21 kW-h lo cual en

dinero es \$314.87; teniendo estos datos y haciendo las estimaciones necesarias sabemos que el edificio de postgrados, representa aproximadamente el 30% de la Facultad de Ciencias Agronómicas del consumo eléctrico, así también los equipos de aire acondicionado representan el 60% del consumo de energía en todo el edificio de postgrados, es por eso la importancia de ser eficientes en el uso de los equipos de aire acondicionado y buscar formas de ahorro en energía en los mismos; para obtener por completo cual es el estado actual del edificio energéticamente, se realiza una calificación de eficiencia energética, la cual se basa en el nivel de emisiones CO₂ emitido por el edificio de postgrados obteniendo que las emisiones de CO₂ por consumo eléctrico es de 29,498.916 kgCO₂/año, teniendo una calificación según la **Tabla 3.4-5** de A teniendo así una buena calificación a nivel general, también se procedió a realizar una calificación energética según la demanda de refrigeración calificando el primer y el segundo nivel, las demandas de refrigeración son de 12.57 kWh/m² * año y 79.40 kWh/m² * año respectivamente así como sus correspondientes calificaciones de A para el primer nivel y C para el segundo nivel, siendo el segundo nivel en demanda de refrigeración el que menor calificación posee y en cual se debe mejorar.

Conociendo el estado actual energético del edificio se busca dar explicación al consumo energético a partir de las mediciones y su calificación energética, se realiza una inspección del edificio con el objetivo de identificar si existen malas prácticas en eficiencia energética o un mal uso de los equipos de aire acondicionado, así como también cuales son los procedimientos que se siguen para la utilización de los espacios que están acondicionados, pudiendo observar que durante los equipos están encendidos la mayoría de las puertas de las áreas climatizadas permanecen abiertas, además de que al prestar el

auditórium no se lleva un control detallado del mismo con respecto a la horas de utilización y no se hacen recomendaciones, ni prohibiciones sobre el uso del mismo.

Con este procedimiento realizado se procede al inicio de los pasos necesarios para la implementación de un sistema de gestión energético basado en la norma ISO 50001, empezando por presentar el proyecto a la Alta Dirección representado en la facultad por la Junta directiva de la misma, se presentó el resultado de las mediciones y de los objetivos que se pretenden lograr a través de capacitaciones y charlas informativas al personal del edificio creando concientización de ahorro y mejora en las prácticas de uso de los equipos de aire acondicionado.

Durante las charlas se mostró al personal en que consiste un sistema de gestión energético y que es el estándar ISO 50001, además de las maneras de ahorro inmediato tales como: el cierre de las puertas en áreas climatizadas, el poder fijar una temperatura de climatización en los termostatos y que nadie que no esté autorizado pueda cambiar ese valor, además de abrir las ventanas en las primeras horas de la mañana antes de usar los aires acondicionados y no encenderlos de no ser necesarios, recomendaciones sobre un mantenimiento preventivo que deben hacerse a los equipos y un control más específico y detallado del prestamos de sus instalaciones a otros usuarios externos; luego de las charlas y capacitación al personal se espera la mejora de las prácticas en eficiencia energética en el uso de los aires acondicionados, lo cual servirá para el siguiente paso que manda la implementación de un sistema de gestión energética el cual es la verificación, en la cual se comprueba si las

recomendaciones se están siguiendo y si estas dan un ahorro de consumo energético en el edificio.

La parte final de verificación consistió en una segunda auditoria interna, en la cual se volvería a medir el consumo de energía eléctrica en el edificio, esta vez específicamente en los equipos de aire acondicionado de los dos niveles del edificio, además de inspeccionar visualmente las actividades y prácticas en el uso de los mismos. El resultado de las nuevas mediciones mostro en el primer nivel que el consumo eléctrico aproximado en un mes es de 158.32 kW-h que comparado a la primera medición representa un disminución del 45% aproximadamente y la medición del segundo nivel fue aproximadamente de 1,329.36 kW-h mensual, presentando también una reducción cerca del 32% con respecto a la anterior medición, así mismo se realizó una nueva calificación de eficiencia energética en las instalaciones, que por la reducción del consumo de energía eléctrica se esperaba que mejorara, en base a su demanda de refrigeración el primer nivel tiene un valor de $5.68 \text{ kWh}/\text{m}^2 * \text{año}$ presentando una calificación A, la demanda de refrigeración para el segundo nivel fue de $54.05 \text{ kWh}/\text{m}^2 * \text{año}$ teniendo una calificación B, por lo que en la etapa de verificación en representación monetaria se ahorró \$1,337.91; se observa que el primer nivel mantuvo su buena calificación energética y es muy bueno ya que es lo que se espera en un sistema de gestión energética y para el segundo nivel la calificación mejoro con respecto a la anterior.

Por lo que al final es evidente que existen maneras de seguir mejorando, ya que en la segunda verificación se encontraron respuesta a algunas problemáticas, como el cambio de las puertas de madera por puertas de vidrio, que en ocasiones las puertas permanecen abiertas porque las personas muchas

veces no saben si hay o no actividades dentro de los salones, este es un motivo por lo que las personas que ocupan los salones mantienen las puertas abiertas; así como también la instalación de brazos de cierre automático en las puertas del auditorio, el cambio de termostatos mecánicos por digitales para un mejor control y uso de los equipos de aire acondicionado y sobre todo mejorar el mantenimiento preventivo de las unidades, con esto nos aseguramos de la mejora continua en el edificio que tanto enfatiza el estándar ISO 50001.

CONCLUSIONES

- Con la elaboración de este proyecto, el Instituto de Investigaciones Agroalimentarias, Ambientales y Escuela de Postgrado y Educación Continua ya cuenta con un avance mediante la implementación del plan piloto con ayuda de la elaboración del manual de eficiencia energética en base al Estándar ISO 50001:2011 y del manual de buenas prácticas para el uso eficiente de los sistemas de aires acondicionados que han sido brindados. La junta directiva de la Facultad de Ciencias Agronómicas debe estar comprometida para implementar el SGE, mantener en revisión y control los documentos antes mencionados para mejorar o mantener el desempeño energético.
- Se logro establecer mediante monitoreo el consumo de energía de los sistemas de aire acondicionado que representa un 60% del consumo total del edificio del Postgrado, parámetro que ratifica que en nuestro país específicamente en el sector comercio y servicio, estos equipos son los máximos consumidores de energía, por tal razón es importante el uso adecuado de dichos sistemas. El consumo energético puede ser mejorado mediante capacitaciones al personal, estableciéndose programas de conciencia, formación y culturización en eficiencia energética. Además, generar una motivación al personal de la instrucción por el rol fundamental que ellos tienen dentro del SGE.
- Se determino el desempeño energético mediante la escala de calificación de eficiencia energética, que contempla las emisiones

de equivalentes de CO₂ (**Figura 3.4-19**) que fueron de **33.64 kgCO₂/m². *año** obteniendo una calificación **A** y la demanda de refrigeración que fueron determinadas en las etapas de planificación y verificación energética, cuyas calificaciones fueron las siguientes: **B** en la etapa de planificación y **A** en la etapa de verificación. Variables globales que reflejan el cumplimiento de los planes de acciones (**Tabla 3.4-11**), por tal motivo se mejoró el desempeño energético y se obtuvo una excelente calificación.

- Se obtuvieron valores representativos de ahorro energético mediante la comparación de los indicadores de eficiencia energética (IDEs) en las etapas de planificación y verificación, los cuales son: En la etapa de planificación (primer nivel 350.45 kWh al mes, segundo nivel 488.19 kWh al mes, global **2,303.20 kWh al mes que equivale a \$314.88**) y en la etapa de verificación (primer nivel 158.32 kWh al mes, segundo nivel 1,329.36 kWh al mes, global **1,487.68 kWh al mes que equivale a \$203.38**), valores que demuestran un ahorro de energético y económico del 35.4%; y que reflejan que las buenas prácticas en eficiencia energética que se explicaron en la capacitación hacia el personal administra el edificio, lograron crear conciencia sobre el uso eficiente de los sistemas de aire acondicionado y los recurso energéticos, medidas que están siendo ejecutas y que satisfacen los planes de acción para el cumplimiento al requisito 4.4.6 del Estándar ISO 50001:2011.

RECOMENDACIONES

- Se propuso el uso de las herramientas de comunicación para el cumplimiento del requisito 4.5.3 del Estándar ISO 50001:2011, diseñando afiches, carteles, calendario y banners que posteriormente serán reproducidos para que el personal de la Facultad de Ciencias Agronómicas y cualquier persona que utilice sus instalaciones conozca sobre SGE y sobre las buenas prácticas sobre el uso de los sistemas de aire acondicionado. Herramientas que no solo estarán precisamente en el Edificio de Postgrado, sino que, a nivel de la Facultad.
- Se recomienda de manera general, que la Junta Directiva y el Jefe de Recursos Humanos de la Facultad de Ciencias Agronómicas, establezcan las directrices que debe seguir cualquier persona u organización que solicite el préstamo del auditorio, donde se especifiquen aspectos más importantes sobre el buen uso de los sistemas aire acondicionado en base al manual que se les ha brindado.
- Se evaluó que es necesario que el edificio de postgrado cuente con las siguientes remodelaciones: 1) Hacer cambio de puertas maderas a puertas de vidrio; 2) Independientemente cual sea el tipo de puerta, estas deben contar con dispositivos de cierre automático; 3) Todas las puertas deben contar con sellos para evitar fugas de aire; y 4) Cambiar los termóstatos análogos por digitales.

GLOSARIO

Acción correctiva: Acción para eliminar la causa de una no conformidad detectada.

Acción preventiva: Acción para eliminar la causa de una no conformidad potencial.

Alcance: Extensión de las actividades, instalaciones y decisiones que la organización aborda a través de un SGE, el cual puede incluir varios límites.

Alta dirección: Persona o grupo de personas que dirigen y controlan al más alto nivel una organización.

Auditoría interna: Proceso sistemático, independiente y documentado para obtener evidencia y evaluarla objetivamente para determinar en qué medida se cumplen los requisitos.

Combustibles fósiles: Petróleo, carbón, gas natural y gas licuado del petróleo. Se han formado a partir de la acumulación de grandes cantidades de restos orgánicos provenientes de plantas y de animales.

Eficiencia energética: Relación cuantitativa entre un resultado de desempeño, servicio, bienes o energía y una entrada de energía.

Energía: Electricidad, combustibles, vapor, calor, aire comprimido, fuentes de energía renovable y otros medios similares.

Equipo de gestión de la energía: Persona(s) responsable(s) de la implementación efectiva de las actividades del sistema de gestión de la energía y para la entrega de mejoras de desempeño energético.

Indicador del desempeño energético, IDE: Valor o medida cuantitativa del desempeño energético así definido por la organización.

Límites: Límites físicos o de lugar y/o límites organizacionales así definidos por la organización.

Línea base de eficiencia energética: Referencia(s) cuantitativa(s) que proporciona(n) una base para la comparación del desempeño energético.

Matriz energética: Se refiere a una representación cuantitativa de toda la energía disponible, en un determinado territorio, región, país, o continente para ser utilizada en los diversos procesos productivos.

Mejora continua en eficiencia energética: Proceso recurrente que resulta en mejorar el desempeño energético y el sistema de gestión de la energía.

No conformidad: Incumplimiento de un requisito.

Política energética: Declaración de la organización de sus intenciones globales y del lineamiento de la organización, relativa a su desempeño energético tal como se expresan formalmente por la alta dirección.

Sistema de gestión de la energía, SGE: Conjunto de elementos interrelacionados o que interactúan para establecer una política energética y objetivos energéticos, además de los procesos y procedimientos para alcanzar esos objetivos.

Uso significativo de energía: Uso de energía calculada para el consumo sustancial de la energía y/o que ofrece considerable potencial para mejorar el desempeño energético.

REFERENCIAS

- AChEE, A. C. (2012). *Guía de Implementación, Sistema de Gestión de la Energía Basado en la ISO 50001*. Santiago: PwC Chile.
- AES El Salvador. (2012). Obstáculos para el Ahorro Energético. *Manual de Eficiencia Energética. Residencial y Comercial*, 20, 21.
- Agencia Chilena de Eficiencia Energetica, A. (2017). *Guía de implementacion de Sistemas de Gestion de Enería basado en ISO 50001*. Chile: AChEE.
- Asamblea General Universitaria. (1999). Ley Orgánica de la Universidad de El Salvador.
- Buen, O. d. (2014). Prólogo. *Manual para la Implementación de un Sistema de Gestión de la Energía*, 5.
- Campos, O. F. (2013). *Implementacion de un Sistema de Gestión de la Energía, Guía con base en la norma ISO 50001*. Bogotá: SGIE.
- Carrier, C. A. (1980). *Manual de Aire Acondicionado*. Marcombo, S. A, de Boixareu.
- CEPAL, C. E. (2016). *Informe Nacional de Monitoreo de la Eficiencia Energética de El Salvador*. Santiago: Naciones Unidas.
- Climate-data*. (s.f.). Obtenido de <https://es.climate-data.org/location/1889/>
- CNE. (2010-2024). Política Energética Nacional y Agenda del Cambio Climático. *Política Energética Nacional*, 14.
- CNE. (2015). Eficiencia Energética, Tendencia Mundial en Pro del Planeta. *El Salvador Ahorra Energía*, 2.
- CNE. (2016). Antecedentes Históricos del Sector Eléctrico . *Sector Electrico de El Salvador*, 8.

- CNE, C. E. (2015). *¿QUÉ ES LA EFICIENCIA ENERGÉTICA? El Salvador Ahorra Energía*, 8.
- CNE, C. N. (2015). *Buenas Practicas y Uso Racional de la Energía*. San Salvador: Consejo Nacional de la Energía.
- CNE, C. N. (2015). *El Salvador ahorra energía*. San Salvador: Consejo Nacional de la Energía.
- CNE, C. N. (2015). Impulsando la Eficiencia Energética en El Salvador. *El Salvador Ahorra Energía*, 12.
- CNE, C. N. (S.F). *Uso eficiente de aires acondicionados y ventiladores*. San Salvador: CNE.
- CONUEE y GIZ. (2017). *Manual para la implementación de un sistema de gestión de energía segunda edición*. Mexico D.F: GIZ.
- ECOticias.com*. (05 de enero de 2017). Obtenido de <https://www.ecoticias.com/especial-eficiencia-energetica-2016/129822/Breve-historia-eficiencia-energetica>
- El Salvador ahorra energía. (2017). sistema de gestión de la energía. *Revista PESAE edición 6*, 4.
- EREN, E. R. (S.F). *Auditoria Energetica*. Leon: Junta de Castilla y Leon.
- FMI. (2015). *Estimaciones*.
- González, F. B. (2011). Proceso de planificación: niveles de concreción (plan, programa, proyecto), fases. *Publicaciones Didácticas* , 135-137.
- LLedo, G. (s.f.). *Instalaciones de Iluminacion, Funcionalidad y Eficiencia*.
- MARN snet. (s.f.). www.snet.gob.sv. Obtenido de <http://www.snet.gob.sv/ver/meteorologia/clima+en+el+salvador/>

- Nathaly Colocho, P. D. (2011). *Manual básico de sistemas de aire acondicionado y extracción en arquitectura*. Antiguo Cuscatlan: Universidad DR. José Matías Delgado.
- ODS, L. 1. (2015). *Los 17 ODS*. Obtenido de <http://los17ods.org/>
- ONUDI. (2014). *Guía Práctica para la Implementación de un Sistema de Gestión de la Energía*.
- Peirano, M. d. (2012). *Gestión de la energía e ISO 50001*. Chile.
- PNUD. (2018). *PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO*. Obtenido de <http://www.undp.org/content/undp/es/home/sustainable-development-goals.html>
- PNUD El Salvador. (2011). *Guía para Desarrolladores de Proyectos de Eficiencia Energética*. San Salvador .
- PNUD El Salvador. (2011). *Manual de la herramienta para el análisis de la rentabilidad de la implantación de medidas de eficiencia energética en la industria salvadoreña*. San Salvador.
- PNUD, L. A. (2018). *Latino América PNUD*. Obtenido de <http://www.latinamerica.undp.org/content/rblac/es/home/post-2015/sdg-overview/goal-7.html>
- PNUD-CNE. (2012). *Elaboración de normas técnicas sobre compras con criterio de Eficiencia*. San Salvador: CNE.
- Rabinowitz, P. (13 de junio de 2017). *Caja de Herramientas Comunitarias*. Obtenido de <https://ctb.ku.edu/es/tabla-de-contenidos/liderazgo/administracion-efectiva/plan-de-gestion/principal>
- RITE, R. d. (2010). *Caudales de Aire de ventilación de Locales*. Colegio Oficial de Arquitectos de Asturias.

- Salazar Aragón, C., De Oliveira Pamplona, E., & Vidal Medina, J. R. (2012). LA EFICIENCIA ENÉRGICA COMO HERRAMIENTA DE GESTIÓN DE COSTOS: UNA APLICACIÓN PARA LA IDENTIFICACIÓN DE INVERSIONES EN EFICIENCIA ENERGÉTICA, SU EVALUACIÓN ECONÓMICA Y DE RIESGO. *Revista del Instituto Internacional de Costos*, 48-73.
- Salvador, O. E. (S.F). *ODS El Salvador*. Obtenido de <http://www.odselsalvador.gob.sv>
- Sanchez, C. (12 de febrero de 2018). *Energy News*. Obtenido de <https://www.energynews.es/la-energia-los-objetivos-desarrollo-sostenible-ods-la-onu/>
- Sánchez, I. (1998). Emisiones de CO2 del sector energía. *Inventario Nacional de gases de efecto invernadero de El Salvador: Año de referencia 1994*.
- SGA, S. d. (s.f.). *Comunidad Udistrita*. Obtenido de <https://comunidad.udistrital.edu.co/piga/decalogo-de-uso-eficiente-de-la-energia/>
- snet, M. (s.f.). *Perfil Climatológico por Departamento*.
- Velásquez, J. O. (2015). *METODOLOGÍA PARA IMPLEMENTAR UN SISTEMA DE GESTIÓN DE ENERGÍA EN UNA INSTALACIÓN INSTITUCIONAL, BASADO EN LA NORMA NTC-ISO 50001(2011-11-30) CASO: INSTITUTO TÉCNICO INDUSTRIAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS*. Bogota.

ANEXO 1



Figura A 1 Capacitación, explicación de emisiones de CO2.
Fuente: Propia



Figura A 2 Capacitación, explicación sobre para metros de funcionamiento de aires acondicionados. Fuente: Propia



Figura A 3 Personal del Edificio de Postgrado, participando en las jornadas de capacitación. Fuente: Propia



Figura A 4 Analizador de Redes Fluke 1735. Fuente: Propia



Figura A 5 Tablero eléctrico general del edificio de postgrado. Fuente. Propia

ANEXO 2

Tabla A 1 Factor de almacenamiento sobre carga térmica Fuente: (Carrier, 1980)

TABLA 11. FACTORES DE ALMACENAMIENTO SOBRE CARGA TÉRMICA, APORTACIONES SOLARES
Funcionamiento de 12 horas diarias, Temperatura interior constante***

ORIENTACION (Latitud Norte)	PESO ... (kg por m ² de superf. de suelo)	CON PANTALLA INTERIOR *											SIN O CON PANTALLA EXTERIOR **											ORIENTACION (Latitud Norte)		
		HORA SOLAR											HORA SOLAR													
		MAÑANA					TARDE						MAÑANA					TARDE								
6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17			
NE	750 y más	0,59	0,67	0,62	0,49	0,33	0,27	0,25	0,24	0,22	0,21	0,20	0,17	0,34	0,42	0,47	0,45	0,42	0,39	0,36	0,33	0,30	0,29	0,26	0,25	SE
	500	0,59	0,68	0,64	0,52	0,35	0,29	0,24	0,23	0,20	0,19	0,17	0,15	0,35	0,45	0,50	0,49	0,45	0,42	0,34	0,30	0,27	0,26	0,23	0,20	
	150	0,62	0,80	0,75	0,60	0,37	0,25	0,19	0,17	0,15	0,13	0,12	0,11	0,40	0,62	0,69	0,64	0,48	0,34	0,27	0,22	0,18	0,16	0,14	0,12	
E	750 y más	0,51	0,66	0,71	0,67	0,57	0,40	0,29	0,26	0,25	0,23	0,21	0,19	0,36	0,44	0,50	0,53	0,53	0,50	0,44	0,39	0,36	0,34	0,30	0,28	E
	500	0,52	0,67	0,73	0,70	0,58	0,40	0,29	0,26	0,24	0,21	0,19	0,16	0,34	0,44	0,54	0,58	0,57	0,51	0,44	0,39	0,34	0,31	0,28	0,24	
	150	0,53	0,74	0,82	0,81	0,65	0,43	0,25	0,19	0,16	0,14	0,11	0,09	0,36	0,56	0,71	0,76	0,70	0,54	0,39	0,28	0,23	0,18	0,15	0,12	
SE	750 y más	0,20	0,42	0,59	0,70	0,74	0,71	0,61	0,48	0,33	0,30	0,26	0,24	0,34	0,37	0,43	0,50	0,54	0,58	0,57	0,55	0,50	0,45	0,41	0,37	NE
	500	0,18	0,40	0,57	0,70	0,75	0,72	0,63	0,49	0,34	0,28	0,25	0,21	0,29	0,33	0,41	0,51	0,58	0,61	0,61	0,56	0,49	0,44	0,37	0,33	
	150	0,09	0,35	0,61	0,78	0,86	0,82	0,69	0,50	0,30	0,20	0,17	0,13	0,14	0,27	0,47	0,64	0,75	0,79	0,73	0,61	0,45	0,32	0,23	0,18	
S	750 y más	0,28	0,25	0,40	0,53	0,64	0,72	0,77	0,77	0,73	0,67	0,49	0,31	0,47	0,43	0,42	0,46	0,51	0,56	0,61	0,65	0,66	0,65	0,61	0,54	N
	500	0,26	0,22	0,38	0,51	0,64	0,73	0,79	0,77	0,65	0,51	0,31	0,44	0,37	0,39	0,43	0,50	0,57	0,64	0,68	0,70	0,68	0,63	0,53		
	150	0,21	0,29	0,48	0,67	0,79	0,88	0,89	0,83	0,56	0,50	0,24	0,16	0,28	0,19	0,25	0,38	0,54	0,68	0,78	0,84	0,82	0,76	0,61	0,42	
SO	750 y más	0,31	0,27	0,27	0,26	0,25	0,27	0,50	0,63	0,72	0,74	0,69	0,54	0,51	0,44	0,40	0,37	0,34	0,36	0,41	0,47	0,54	0,57	0,60	0,58	NO
	500	0,33	0,28	0,25	0,23	0,23	0,35	0,50	0,64	0,74	0,77	0,70	0,55	0,53	0,44	0,37	0,35	0,31	0,33	0,39	0,46	0,55	0,62	0,64	0,60	
	150	0,29	0,21	0,18	0,15	0,14	0,27	0,50	0,69	0,82	0,87	0,79	0,60	0,48	0,32	0,25	0,20	0,17	0,19	0,39	0,56	0,70	0,80	0,79	0,69	
O	750 y más	0,63	0,31	0,28	0,27	0,25	0,24	0,22	0,29	0,46	0,61	0,71	0,72	0,56	0,49	0,44	0,39	0,36	0,33	0,31	0,31	0,35	0,42	0,49	0,54	O
	500	0,67	0,33	0,28	0,26	0,24	0,22	0,20	0,28	0,44	0,61	0,72	0,73	0,60	0,52	0,44	0,39	0,34	0,31	0,29	0,28	0,33	0,43	0,51	0,57	
	150	0,77	0,34	0,25	0,20	0,17	0,14	0,13	0,22	0,44	0,67	0,82	0,85	0,77	0,56	0,38	0,28	0,22	0,18	0,16	0,19	0,33	0,52	0,69	0,77	
NO	750 y más	0,68	0,28	0,27	0,25	0,23	0,22	0,20	0,19	0,24	0,41	0,56	0,67	0,49	0,44	0,39	0,36	0,33	0,30	0,28	0,26	0,26	0,30	0,37	0,44	SO
	500	0,71	0,31	0,27	0,24	0,22	0,21	0,19	0,18	0,23	0,40	0,58	0,70	0,54	0,49	0,41	0,35	0,31	0,28	0,25	0,23	0,24	0,30	0,39	0,48	
	150	0,82	0,33	0,25	0,20	0,18	0,15	0,14	0,13	0,19	0,41	0,64	0,80	0,75	0,53	0,36	0,28	0,24	0,19	0,17	0,15	0,17	0,30	0,50	0,66	
N y sombra	750 y más	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,75	0,75	0,79	0,83	0,84	0,86	0,88	0,88	0,91	0,92	0,93	0,93	S y sombra
	500	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,81	0,84	0,86	0,89	0,91	0,93	0,93	0,94	0,94	0,95	0,95	0,95	
	150	← 1,00 →											← 1,00 →													

Tabla A 2 Aportaciones Solares a Través de Vidrio a 10° Latitud Norte. Fuente: (Carrier, 1980)

TABLA 15. APORTACIONES SOLARES A TRAVÉS DE VIDRIO SENCILLO (Cont.)
kcal/h × (m² de abertura)

10°		HORA SOLAR																10°	
0° LATITUD NORTE																		0° LATITUD SUR	
Época	Orientación	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	Orientación	Época			
21 Junio	N	51	119	135	122	119	116	111	116	119	122	135	119	5	S	22 Diciembre			
	NE	149	355	414	379	287	176	75	38	38	35	29	21	5	SE				
	E	146	363	420	377	265	111	38	38	38	35	29	21	5	E				
	SE	48	132	149	116	67	38	38	38	38	35	29	21	5	NE				
	S	5	21	29	35	38	38	38	38	38	35	29	21	5	N				
SO	5	21	21	35	38	38	38	38	67	116	149	132	48	NO					
O	5	21	21	35	38	38	38	111	265	377	420	363	146	O					
Horizontal	10	119	290	450	556	631	659	75	176	287	379	414	355	149	SO				
Horizontal															Horizontal				
22 Julio y 21 Mayo	N	13	92	105	94	89	84	81	84	89	94	105	92	13	S	21 Enero y 21 Noviembre			
	NE	113	344	401	360	295	151	59	38	38	35	29	19	2	SE				
	E	135	366	428	385	265	116	38	38	38	35	29	19	2	E				
	SE	70	154	179	151	86	38	38	38	38	35	29	19	2	NE				
	S	2	19	29	35	38	38	38	38	38	35	29	19	2	N				
SO	2	19	29	35	38	38	38	86	151	179	154	70	NO						
O	2	19	29	35	38	38	38	116	265	385	428	364	135	O					
Horizontal	8	113	290	450	569	640	669	640	569	450	290	113	SO						
Horizontal														Horizontal					
24 Agosto y 20 Abril	N	2	40	43	40	40	38	38	38	40	40	43	40	2	S	20 Febrero y 23 Octubre			
	NE	46	306	352	301	217	92	38	38	38	35	29	19	2	SE				
	E	67	374	442	404	282	124	38	38	38	35	29	19	2	E				
	SE	48	214	254	230	162	73	38	38	38	35	29	19	2	NE				
	S	2	19	29	35	38	38	38	38	38	35	29	19	2	N				
SO	2	19	29	35	38	38	38	73	162	230	254	214	48	NO					
O	2	19	29	35	38	38	38	124	282	404	442	374	67	O					
Horizontal	5	103	284	452	577	656	678	656	577	452	284	103	5	SO					
Horizontal														Horizontal					
22 Septiembre y 22 Marzo	N	2	16	29	35	38	38	38	38	38	35	29	16	2	S	22 Marzo y 22 Septiembre			
	NE	2	241	279	217	122	46	38	38	38	35	29	16	2	SE				
	E	2	352	444	409	287	127	38	38	38	35	29	16	2	E				
	SE	2	263	344	330	254	151	57	38	38	35	29	16	2	NE				
	S	2	16	35	51	65	73	75	73	65	51	35	16	2	N				
SO	2	16	29	35	38	38	57	151	254	330	344	263	2	NO					
O	2	16	29	35	38	38	38	127	287	409	444	352	2	O					
Horizontal	2	84	263	433	561	637	669	637	561	433	263	84	2	SO					
Horizontal														Horizontal					
23 Octubre y 20 Febrero	N	0	13	27	35	38	38	38	38	38	35	27	13	0	S	20 Abril y 24 Agosto			
	NE	0	157	179	119	75	38	38	38	38	35	27	13	0	SE				
	E	0	320	420	393	271	108	38	38	38	35	27	13	0	E				
	SE	0	279	398	404	333	219	124	48	38	35	27	13	0	NE				
	S	0	48	108	149	176	192	198	192	176	149	108	48	0	N				
SO	0	13	27	35	38	38	48	124	219	333	404	398	279	0	NO				
O	0	13	27	35	38	38	38	108	271	393	420	320	0	O					
Horizontal	0	59	230	377	523	596	623	596	523	377	230	59	0	SO					
Horizontal														Horizontal					
21 Noviembre y 21 Enero	N	0	10	24	32	35	38	38	38	35	32	24	10	0	S	21 Mayo y 23 Julio			
	NE	0	73	100	46	35	38	38	38	35	32	24	10	0	SE				
	E	0	268	387	358	252	105	38	38	35	32	24	10	0	E				
	SE	0	268	414	436	396	295	189	84	46	32	24	10	0	NE				
	S	0	94	176	246	260	282	287	282	260	246	176	94	0	N				
SO	0	10	24	32	35	38	38	189	295	396	436	414	298	0	NO				
O	0	10	24	32	35	38	38	105	252	358	387	268	0	O					
Horizontal	0	46	168	355	474	547	569	547	474	355	168	46	0	SO					
Horizontal														Horizontal					
22 Diciembre	N	0	10	24	32	35	38	38	38	35	32	24	10	0	S	21 junio			
	NE	0	40	75	46	35	38	38	38	35	32	24	10	0	SE				
	E	0	233	371	352	246	113	38	38	35	32	24	10	0	E				
	SE	0	268	417	442	404	328	214	97	62	32	24	10	0	NE				
	S	0	135	200	254	295	314	325	314	295	254	200	135	0	N				
SO	0	10	24	32	35	38	38	214	328	404	442	417	268	0	NO				
O	0	10	24	32	35	38	38	113	246	352	371	233	0	O					
Horizontal	0	38	179	325	452	523	547	523	452	325	179	38	0	SO					
Horizontal														Horizontal					

Correcciones

Marco metálico o ningún marco × 1,0,85 ó 1,17

Defecto de limpieza 15 % máx.

Altitud + 0,7 % por 300 m

Punto de rocío superior a 19,5 °C - 14 % por 10° C

Punto de rocío superior a 19,5° C + 14 % por 10° C

Latitud sur Dic. o enero + 7 %

Tabla A 3 Aportaciones Solares a Través de Vidrio a 40° Latitud Norte. Fuente: (Carrier, 1980)

TABLA 15. APORTACIONES SOLARES A TRAVÉS DE VIDRIO SENCILLO (Cont.)
kcal/h × (m² de abertura)

40° **40°**

0° LATITUD NORTE		HORA SOLAR														0° LATITUD SUR	
Época	Orientación	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	Orientación	Época	
21 Junio	N	87	54	32	35	38	38	38	38	38	35	32	54	86	22 Diciembre	S	22
	NE	320	360	303	198	81	38	38	38	38	35	32	27	16		SE	
	E	341	436	439	385	257	119	38	38	38	35	32	27	16		E	
	SE	138	238	295	301	268	192	92	38	38	35	32	27	16		NE	
S	16	27	32	51	94	119	146	119	94	51	32	27	16	N	21 Junio		
SO	16	27	32	35	38	38	92	192	268	301	295	238	138	NO			
O	16	27	32	35	38	38	38	119	257	385	439	436	341	O			
Horizontal	84	222	363	485	569	629	642	629	569	485	363	222	84	SO			
22 Julio y 21 Mayo	N	65	38	32	35	38	38	38	38	38	35	32	38	65	21 Enero y 21 Noviembre	S	21
	NE	287	344	284	179	70	38	38	38	38	35	32	27	13		SE	
	E	320	436	444	390	265	116	38	38	38	35	32	27	13		E	
	SE	146	260	322	329	298	222	113	40	38	35	32	27	13		NE	
S	13	27	35	70	119	170	187	170	119	70	35	27	13	N	21 Noviembre		
SO	13	27	32	35	38	40	113	222	298	339	322	260	146	NO			
O	13	27	32	35	38	38	38	116	265	390	444	436	320	O			
Horizontal	65	198	341	463	550	610	631	610	550	463	341	198	65	SO			
24 Agosto y 20 Abril	N	19	21	29	35	38	38	38	38	38	35	29	21	19	20 Febrero y 23 Octubre	S	20
	NE	184	276	222	124	43	38	38	38	38	35	29	21	8		SE	
	E	227	398	439	393	273	122	38	38	38	35	29	21	8		E	
	SE	130	284	374	396	377	290	179	67	38	35	29	21	8		NE	
S	8	21	65	138	241	263	276	263	241	138	65	21	8	N	23 Octubre y 20 Febrero		
SO	8	21	29	35	38	67	179	290	377	396	374	284	130	NO			
O	8	21	29	35	38	38	38	122	273	393	439	398	227	O			
Horizontal	24	127	271	406	501	556	580	556	501	406	271	127	24	SO			
22 Septiembre y 22 Marzo	N	0	13	24	32	35	35	38	35	35	32	24	13	0	22 Marzo y 22 Septiembre	S	22
	NE	0	138	157	70	35	35	38	35	35	32	24	13	0		SE	
	E	0	314	404	377	268	122	38	35	35	32	24	13	0		E	
	SE	0	257	390	439	425	360	244	111	38	32	24	13	0		NE	
S	0	32	119	219	298	330	379	330	298	219	119	32	0	N	22 Septiembre		
SO	0	13	24	32	38	111	244	360	425	439	390	257	0	NO			
O	0	13	24	32	35	35	38	122	268	377	404	314	0	O			
Horizontal	0	13	24	32	35	35	38	35	35	32	24	13	0	SO			
23 Octubre y 20 Febrero	N	0	5	16	27	29	32	32	32	29	27	16	5	0	20 Abril y 24 Agosto	S	20
	NE	0	94	89	32	29	32	32	32	29	27	16	5	0		SE	
	E	0	230	317	330	238	105	32	32	29	27	16	5	0		E	
	SE	0	219	358	336	442	390	290	170	54	27	16	5	0		NE	
S	0	57	160	282	371	417	439	417	371	282	160	57	0	N	24 Agosto		
SO	0	5	16	27	54	170	290	390	442	336	358	219	0	NO			
O	0	5	16	27	29	32	32	105	238	330	317	230	0	O			
Horizontal	0	5	16	27	29	32	32	32	29	27	16	5	0	SO			
21 Noviembre y 21 Enero	N	0	0	8	19	24	27	27	24	19	8	0	0	0	21 Mayo y 23 Julio	S	21
	NE	0	0	32	19	24	27	27	24	19	8	0	0	0		SE	
	E	0	0	246	271	200	89	29	27	24	19	8	0	0		E	
	SE	0	0	295	390	423	390	314	189	73	19	8	0	0		NE	
S	0	0	160	282	377	428	450	428	377	282	160	0	0	N	23 Julio		
SO	0	0	8	19	73	189	314	390	423	390	295	0	0	NO			
O	0	0	8	19	24	27	29	89	200	271	246	0	0	O			
Horizontal	0	0	8	19	24	27	29	27	24	19	8	0	0	SO			
22 Diciembre	N	0	0	5	16	24	27	27	24	16	5	0	0	0	21 Junio	S	21
	NE	0	0	19	16	24	27	27	24	16	5	0	0	0		SE	
	E	0	0	195	233	184	84	27	27	24	16	5	0	0		E	
	SE	0	0	238	363	401	385	311	198	81	19	5	0	0		NE	
S	0	0	138	268	363	428	447	428	363	268	138	0	0	N	21 Junio		
SO	0	0	5	19	81	198	311	385	401	363	238	0	0	NO			
O	0	0	5	16	24	27	27	84	184	233	195	0	0	O			
Horizontal	0	0	5	16	24	27	27	27	24	16	19	0	0	SO			

Correcciones: Marco metálico o ningún marco × 1/0,85 ó 1,17 Defecto de limpieza 15% máx. Altitud + 0,7% por 300 m Punto de rocío superior a 19,5° C - 14% por 10 °C Punto de rocío superior a 19,5 °C + 14% por 10° C Latitud sur Dic. o Enero + 7%

Valores subrayados-máximos mensuales Valores encuadrados-máximos anuales

Tabla A 5 Diferencia Equivalente de Temperatura. Fuente: (Carrier, 1980)

TABLA 19. DIFERENCIA EQUIVALENTE DE TEMPERATURA (°C)
Muros soleados o en sombra*

Valedero para muros de color oscuro, 35 °C de temperatura exterior, 27 °C de temperatura interior, 11 °C de variación de la temperatura exterior en 24 h. mes de Julio y 40° de latitud Norte**

ORIENTACIÓN	PESO DEL MURO *** (kg/m²)	HORA SOLAR																								SUR	
		MAÑANA												TARDE										MAÑANA			SE
		6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	1	2	3	4	5		
NE	100	2,8	8,3	12,2	12,8	13,3	10,6	7,8	7,2	6,7	7,2	7,8	7,8	7,8	6,7	5,5	4,4	3,3	2,2	1,1	0	-1,1	-1,7	-2,2	-1,1	E	
	300	-0,5	-1,1	-1,1	2,8	13,3	12,2	11,1	8,3	5,5	6,1	6,7	7,2	7,8	7,2	6,7	6,1	5,5	4,4	3,3	2,2	1,1	0,5	0	-0,5		NE
	500	2,2	1,7	2,2	2,2	2,2	5,5	8,9	8,3	7,8	6,7	5,5	6,1	6,7	6,7	6,7	6,1	5,5	5,0	4,4	3,9	3,3	3,3	2,8	N		
	700	2,8	2,8	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	5,5	7,8	8,9	7,8	6,7	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,0	5,0	4,4	3,9			
E	100	0,5	9,4	16,7	10,3	20,0	19,4	17,8	11,1	6,7	7,2	7,8	7,8	7,8	6,7	5,5	4,4	3,3	2,2	1,1	0	-0,5	-1,1	-1,7		-1,7	
	300	-0,5	-0,5	0	11,7	16,7	17,2	17,2	10,6	7,8	7,2	6,7	7,2	7,8	7,2	6,7	6,1	5,5	4,4	2,8	2,2	1,7	0,5	0		0	NO
	500	2,8	2,8	3,3	4,4	7,8	11,1	13,3	13,9	13,3	11,1	10,0	10,0	8,9	7,8	7,8	7,2	6,7	6,1	5,5	5,0	4,4	3,9	3,3	O		
	700	6,1	5,5	5,5	5,0	4,4	5,0	5,5	8,3	10,0	10,6	10,0	9,4	8,9	7,8	6,7	7,2	7,8	7,8	7,2	6,7	6,1	5,5	5,0			
SE	100	5,5	3,3	7,2	10,6	14,4	15,0	15,6	14,4	13,3	10,6	8,9	8,3	7,8	6,7	5,5	4,4	3,3	2,2	1,1	0	-0,5	-0,5	-1,1		-1,1	
	300	0,5	0,5	0	7,2	11,1	13,3	15,6	14,4	13,9	11,7	10,0	8,3	7,8	7,2	6,7	6,1	5,5	4,4	3,3	2,8	2,2	1,7	1,1		O	
	500	3,9	3,9	3,3	3,3	3,3	6,1	8,9	9,4	10,0	10,6	10,0	9,4	7,8	7,2	6,7	6,1	5,5	5,0	4,4	4,4	3,9	3,3	2,8	NO		
	700	5,0	4,4	4,4	4,4	4,4	3,9	3,3	6,1	7,8	8,3	8,9	10,0	8,9	8,3	7,8	7,2	6,7	6,7	6,7	6,1	5,5	5,0	4,4			
S	100	-0,5	-1,1	-2,2	0,5	2,2	7,8	12,2	15,0	16,7	15,6	14,4	11,1	8,9	6,7	5,5	3,9	3,3	1,7	1,1	0,5	0,5	0	-0,5			SO
	300	-0,5	-1,7	-2,2	-1,7	-1,1	3,9	6,7	11,1	13,3	13,9	14,4	12,8	11,1	8,3	6,7	5,5	4,4	3,3	2,2	1,1	0,5	0,5	0		O	
	500	2,2	2,2	1,1	1,1	1,1	1,7	2,2	4,4	6,7	8,3	8,9	10,0	10,0	8,3	7,8	6,1	5,5	5,0	4,4	4,4	3,9	3,3	2,8	NO		
	700	3,9	3,3	3,3	2,8	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	3,9	5,5	7,2	7,8	8,3	8,9	8,9	7,8	6,7	5,5	5,5	5,0	5,0	4,4			
SO	100	-1,1	-2,2	-2,2	-1,1	0	2,2	3,3	10,6	14,4	18,9	22,2	22,8	23,3	16,7	13,3	6,7	3,3	2,2	1,1	0,5	0,5	0	-0,5			O
	300	1,1	0,5	0	0	0	0,5	1,1	4,4	6,7	13,3	17,8	19,4	20,0	19,4	18,9	11,1	5,5	3,9	3,3	2,8	2,2	1,7	1,1		NO	
	500	3,9	2,8	3,3	2,8	2,2	2,8	3,3	3,9	4,4	6,7	7,8	10,6	12,2	12,8	13,3	12,8	12,2	8,3	5,5	5,5	5,0	4,4	3,9	O		
	700	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	3,9	3,3	3,3	3,3	3,9	4,4	5,0	5,5	8,3	10,0	10,6	11,1	7,2	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4			
O	100	-1,1	-1,7	-2,2	-1,1	0	1,7	3,3	7,8	11,1	17,8	22,2	25,0	26,7	18,9	12,2	7,8	4,4	2,8	1,1	0,5	0	0	-0,5			SO
	300	1,1	0,5	0	0	0	1,1	2,2	3,9	5,5	10,6	14,4	18,9	22,2	22,8	20,0	15,6	8,9	5,5	3,3	2,8	2,2	1,7	1,1		O	
	500	3,9	3,9	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,9	4,4	5,5	6,7	9,4	11,1	13,9	15,6	15,0	14,4	10,6	7,8	6,7	6,1	5,5	5,0	NO		
	700	6,7	6,1	5,5	5,0	4,4	4,4	4,4	5,0	5,5	5,5	5,5	6,1	6,7	7,8	8,9	11,7	12,2	12,8	12,2	11,1	10,0	8,9	8,3			
NO	100	-1,7	-2,2	-2,2	-1,1	0	1,7	3,3	5,5	6,7	10,6	13,3	18,3	22,2	20,6	18,9	10,0	3,3	2,2	1,1	0	-0,5	-0,5	-1,1			SO
	300	-1,1	-1,7	-2,2	-1,7	-1,1	0	1,1	3,3	4,4	5,5	6,7	11,7	16,7	17,2	17,8	11,7	6,7	4,4	3,3	2,2	1,7	0,5	0		O	
	500	2,8	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,8	3,3	5,0	6,7	9,4	11,1	11,7	12,2	7,8	4,4	3,9	3,9	3,3	2,8	NO		
	700	4,4	3,9	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	4,4	5,0	5,5	7,8	10,0	10,6	11,1	8,9	7,2	6,1	5,5	5,0			
N (en la sombra)	100	-1,7	-1,7	-2,2	-1,7	-1,1	0,5	2,2	4,4	5,5	6,7	7,8	7,2	6,7	5,5	4,4	3,3	2,2	1,1	0	0	-0,5	-0,5	-1,1			S
	300	-1,7	-1,7	-2,2	-1,7	-1,1	0,5	0	1,7	3,3	4,4	5,5	6,1	6,7	6,7	6,7	5,5	4,4	3,3	2,2	1,1	0,5	0	-0,5		S	
	500	0,5	0,5	0	0	0	0	0	0,5	1,1	1,7	2,2	2,8	2,8	2,8	2,8	4,4	3,9	3,3	2,8	2,2	1,7	1,1	0,5	S		
	700	0,5	0,5	0	0	0	0	0	0	0,5	1,1	1,7	2,2	2,8	3,3	3,9	4,4	3,9	3,3	2,2	1,7	1,1	1,1	0,5			

Tabla A 6 Correcciones de las diferencias equivalentes de temperatura. Fuente: (Carrier, 1980)

TABLA 20A. CORRECCIONES DE LAS DIFERENCIAS EQUIVALENTES DE TEMPERATURA (°C)

Temperatura exterior a las 15 h para el mes considerado menos temperatura interior	VARIACIÓN DE LA TEMPERATURA EXTERIOR EN 24 h																					
	5	6	7	8	9	-10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22				
-16	-21,2	-21,7	-22,3	-22,8	-23,3	-23,8	-24,2	-24,7	-25,1	-25,6	-26,0	-26,5	-27,0	-27,4	-27,9	-28,8	-29,3	-29,8				
-12	-17,2	-17,7	-18,3	-18,8	-19,3	-19,8	-20,2	-20,7	-21,1	-21,6	-22,0	-22,5	-23,0	-23,4	-23,9	-24,8	-25,3	-25,8				
-8	-13,2	-13,7	-14,3	-14,8	-15,3	-15,8	-16,2	-16,7	-17,1	-17,6	-18,0	-18,5	-19,0	-19,4	-19,9	-20,8	-21,3	-21,8				
-4	-9,2	-9,7	-10,3	-10,8	-11,3	-11,8	-12,2	-12,7	-13,1	-13,6	-14,0	-14,5	-15,0	-15,4	-15,9	-16,8	-17,3	-17,8				
0	-5,0	-5,5	-6,1	-6,6	-7,1	-7,6	-8,0	-8,5	-8,9	-9,4	-9,8	-10,3	-10,8	-11,2	-11,7	-12,6	-13,1	-13,6				
+2	-3,1	-3,6	-4,2	-4,7	-5,2	-5,6	-6,1	-6,6	-7,0	-7,5	-7,9	-8,4	-8,9	-9,3	-9,8	-10,6	-11,1	-11,7				
+4	-1,1	-1,6	-2,2	-2,7	-3,2	-3,6	-4,1	-4,6	-5,0	-5,5	-5,9	-6,4	-6,9	-7,3	-7,8	-8,6	-9,1	-9,7				
+6	0,8	0,3	-0,3	-0,8	-1,3	-1,7	-2,2	-2,7	-3,1	-3,6	-4,0	-4,5	-5,0	-5,4	-5,9	-6,7	-7,2	-7,8				
+8	2,8	2,3	1,7	1,2	0,7	0,3	0	-0,7	-1,1	-1,6	-2,0	-2,5	-3,0	-3,4	-3,9	-4,7	-5,2	-5,8				
+10	4,7	4,2	3,6	3,1	2,6	2,2	1,7	1,2	0,8	0,3	-0,1	-0,6	-1,1	-1,5	-2,0	-2,8	-3,3	-3,9				
+12	6,8	6,3	5,7	5,2	4,7	4,3	3,8	3,3	2,9	2,4	1,8	1,3	0,8	0,4	-0,1	-0,7	-1,2	-1,8				
+14	8,8	8,3	7,7	7,2	6,7	6,3	5,8	5,3	4,9	4,4	3,8	3,3	2,8	2,4	1,9	1,3	0,8	0,2				
+16	10,8	10,3	9,7	9,2	8,7	8,3	7,8	7,3	6,9	6,4	5,8	5,3	4,8	4,4	3,9	3,3	2,8	2,2				
+18	12,8	12,3	11,7	11,2	10,7	10,3	9,8	9,3	8,9	8,4	7,8	7,3	6,8	6,4	5,9	5,3	4,8	4,2				
+20	14,8	14,3	13,7	13,2	12,7	12,3	11,8	11,3	10,9	10,4	9,8	9,3	8,8	8,4	7,9	7,3	6,8	6,2				
+22	16,9	16,4	15,8	15,3	14,8	14,4	13,9	13,4	13,0	12,5	11,9	11,4	10,9	10,5	10,0	9,4	8,9	8,3				

Tabla A 7 Coeficiente de Transmisión Global en Muros. Fuente: (Carrier, 1980)

TABLA 21. COEFICIENTES DE TRANSMISIÓN GLOBAL K. MUROS DE MANPOSTERÍA*
VERANO – INVIERNO
 kcal/h·m²·°C

Los números entre paréntesis corresponden a pesos por m². El peso total por m² es igual a la suma de los valores correspondientes al muro y al revestimiento


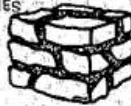
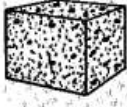

TIPO DE CONSTRUCCIÓN	ESPESOR (cm) y peso (kg/m²)	REVESTIMIENTO INTERIOR										
		Ninguno	Revoque de yeso 10 mm (10)	Enlucido 15 mm		Entramado metálico sobre forro		Yeso 10 mm o entramado madera sobre forro		Panel aislante sin enlucido o con enlucido sobre forro		
				De arena (30)	Ligero (15)	Enlucido de arena 20 mm (35)	Enlucido ligero 20 mm (15)	Enlucido de arena 12 mm (35)	Enlucido ligero 12 mm (10)	Panel de 12 mm (10)	Panel de 25 mm (20)	
LADRILLO MACIZO 	Paramento y ordinario	20 (425)	2,34	2,00	2,20	2,00	1,51	1,37	1,42	1,32	1,07	0,78
		30 (600)	1,71	1,51	1,61	1,46	1,22	1,12	1,12	1,07	0,93	0,68
		40 (846)	1,32	1,22	1,27	1,22	1,02	0,93	0,98	0,93	0,78	0,63
	Ordinario solamente	20 (391)	2,00	1,76	1,90	1,71	1,37	1,27	1,27	1,22	1,02	0,73
		30 (586)	1,51	1,37	1,46	1,32	1,12	1,07	1,07	1,02	0,88	0,68
		40 (781)	1,22	1,12	1,17	1,12	0,93	0,88	0,88	0,88	0,78	0,59
ADOQUINES 		20 (488)	3,27	2,68	3,07	2,59	1,90	1,66	1,71	1,56	1,27	0,88
		30 (732)	2,68	2,29	2,54	2,25	1,66	1,51	1,51	1,42	1,17	0,83
		40 (976)	2,29	2,00	2,20	1,95	1,51	1,37	1,37	1,32	1,07	0,78
		60 (1466)	1,76	1,56	1,71	1,56	1,27	1,17	1,17	1,12	0,93	0,73
ADÓBE O LADRILLO		20 (127)	1,66	1,46	1,56	1,46	1,22	1,12	1,12	1,07	0,88	0,59
		30 (195)	1,22	1,12	1,17	1,12	0,98	0,88	0,88	0,88	0,73	0,68
HORMIGÓN VERTIDO 	2250 Kg/m³	15 (342)	3,66	2,68	3,37	2,83	2,00	1,76	1,81	1,66	1,32	0,88
		20 (454)	3,27	2,39	3,07	2,59	1,90	1,66	1,71	1,56	1,27	0,83
		25 (571)	2,98	2,15	2,78	2,39	1,76	1,56	1,61	1,51	1,22	0,83
		30 (683)	2,68	1,95	2,54	2,20	1,66	1,51	1,51	1,42	1,17	0,78
	1300 Kg/m³	15 (195)	1,51	1,37	1,46	1,32	1,12	1,02	1,07	1,02	0,88	0,68
		20 (259)	1,22	1,12	1,17	1,12	0,93	0,88	0,88	0,88	0,78	0,59
		25 (322)	1,02	0,93	0,98	0,93	0,83	0,78	0,73	0,68	0,68	0,54
		30 (390)	0,88	0,83	0,83	0,73	0,73	0,68	0,68	0,68	0,59	0,49
	500 Kg/m³	15 (73)	0,63	0,63	0,63	0,63	0,59	0,54	0,54	0,54	0,63	0,44
		20 (97)	0,49	0,49	0,49	0,49	0,44	0,44	0,44	0,44	0,49	0,34
		25 (122)	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,34	0,39	0,34	0,39	0,29
		30 (146)	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,29	0,29	0,34	0,29
AGLOMERADO HUECO 	Arena y gravilla	20 (210)	2,54	2,15	2,34	2,10	1,61	1,42	1,46	1,37	1,12	0,83
		30 (307)	2,29	2,00	2,20	1,95	1,51	1,37	1,37	1,32	1,07	0,78
	Escorias	20 (180)	1,90	1,71	1,81	1,66	1,32	1,22	1,22	1,17	0,98	0,73
		30 (259)	1,76	1,61	1,71	1,56	1,27	1,17	1,12	1,12	0,93	0,73
	Ligero	20 (156)	1,71	1,56	1,66	1,51	1,27	1,12	1,17	1,07	0,93	0,73
		30 (200)	1,56	1,42	1,51	1,37	1,17	1,07	1,07	1,02	0,88	0,68
ESCAYOLA SOBRE LADRILLO HUECO		20 (190)	1,76	1,56	1,66	1,56	1,27	1,17	1,17	1,12	0,93	0,73
		25 (216)	1,56	1,42	1,51	1,37	1,12	1,07	1,07	1,02	0,88	0,68
		30 (239)	1,42	1,32	1,37	1,27	1,07	0,98	1,02	0,98	0,83	0,63

Tabla A 8 Coeficiente de transmisión Global de Ventanas y Puertas. Fuente: (Carrier, 1980)

**TABLA 33. COEFICIENTES DE TRANSMISIÓN GLOBAL K – VENTANAS, CLARABOYAS
PUERTAS Y PAREDES EN BALDOSAS O ADOQUINES DE VIDRIO**
kcal/h·m²·°C

VIDRIO											
	Vertical							Horizontal			
	Sencillo	Doble			Triplo			Sencillo		Doble	
Espesor de la lámina de aire (mm)		6	13	20 - 100	6	13	20 - 100	Verano	Invierno	Verano	Invierno
Chasis simple	5,5	3,0	2,7	2,6	2,0	1,7	1,6	4,2	6,8	2,4	3,4
Chasis doble	2,6							2,1	3,1		

PUERTA		
Espesor de la puerta (cm)	Valor de K puerta sencilla	Valor de K puerta doble chasis o armadura
2,5	3,4	1,7
3,2	2,9	1,6
3,8	2,6	1,5
4,4	2,5	1,5
5,1	2,3	1,4
6,3	1,9	1,2
7,6	1,6	1,1
Vidrio (hercúlit de 19 mm)	5,1	2,1

Tabla A 9 Valor límite de eficiencia energética para cada tipo de instalación de luminarias, Fuente: (LLedo)

Zonas de actividad diferenciada	VEEI límite
administrativo en general	3,0
andenes de estaciones de transporte	3,0
pabellones de exposición o ferias	3,0
salas de diagnóstico (1)	3,5
aulas y laboratorios (2)	3,5

Tabla A 10 Ganancias de calor debidas a los ocupantes. Fuente: (Carrier, 1980)

TABLA 48. GANANCIAS DEBIDAS A LOS OCUPANTES

GRADO DE ACTIVIDAD	TIPO DE APLICACIÓN	Metabolismo hombre adulto (kcal/h)	Metabolismo medio (kcal/h)	TEMPERATURA SECA DEL LOCAL (°C)									
				28		27		26		24		21	
				kcal/h		kcal/h		kcal/h		kcal/h		kcal/h	
				Sensibles	Latentes	Sensibles	Latentes	Sensibles	Latentes	Sensibles	Latentes	Sensibles	Latentes
Sentados, en reposo	Teatro, escuela primaria	98	88	44	44	49	39	53	35	58	30	65	23
Sentados, trabajo muy ligero	Escuela secundaria	113	100	45	55	48	52	54	46	60	40	68	32
Empleado de oficina	Oficina, hotel, apartamento, escuela superior	120	113	45	68	50	63	54	59	61	52	71	42
De pie, marcha lenta	Almacenes, tienda	139											
Sentado, de pie	Farmacia	139	126	45	81	50	76	55	71	64	62	73	53
De pie, marcha lenta	Banco	139											
Sentado	Restaurante **	126	139	48	91	55	84	61	78	71	68	81	58
Trabajo ligero en el banco de taller	Fábrica, trabajo ligero	202	169	48	141	55	134	62	127	74	115	92	97
Baile o danza	Sala de baile	227	214	55	159	62	152	69	145	82	132	101	113
Marcha, 5 km/h	Fábrica, trabajo bastante penoso	252	252	68	184	76	176	83	169	96	156	116	136
Trabajo penoso	Pista de bowling *** Fábrica	378	365	113	252	117	248	122	243	132	233	152	213

Tabla A 11 Uso del local y categoría de calidad de aire. Fuente: (RITE, 2010)

Uso del local y categoría de calidad de aire interior exigible		Con fumadores	Sin fumadores
Hospitales y clínicas Laboratorios Guarderías	IDA 1 (calidad óptima)	0,04 m ³ / s.per 40 dm ³ / s.per 144 m ³ / h.per	0,02 m ³ / s.per 20 dm ³ / s.per 72 m ³ / h.per
Oficinas Locales comunes de hoteles y similares Residencias de ancianos Residencias de estudiantes Salas de lectura Museos Salas de tribunales Aulas de enseñanza y asimilares Piscinas (*)	IDA 2 (buena calidad)	0,025 m ³ / s.per 25 dm ³ / s.per 90 m ³ / h.per	0,0125 m ³ / s.per 12,5 dm ³ / s.per 45 m ³ / h.per
Edificios comerciales Cines y teatros Salones de actos Habitaciones de hoteles y similares Restaurantes, cafeterías y bares Salas de fiestas Gimnasios y locales para el deporte (excepto piscinas) Salas de ordenadores	IDA 3 (calidad media)	0,016 m ³ / s.per 16 dm ³ / s.per 57,6 m ³ / h.per	0,008 m ³ / s.per 8 dm ³ / s.per 28,8 m ³ / h.per
	IDA 4 (calidad baja)	0,01 m ³ / s.per 10 dm ³ / s.per 36 m ³ / h.per	0,005 m ³ / s.per 5 dm ³ / s.per 18 m ³ / h.per



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS
VICEDECANATO
Final 25 Av. Norte, Ciudad Universitaria, Tel: 2225-1506



Ref: VICE-0112/2018
Ciudad Universitaria, 09 de abril de 2018

Ingeniero
Mario Antonio Orellana Núñez
Director de la Escuela de Posgrado y Educación Continua
Facultad de Ciencias Agronómicas
Presente.

Estimado Ing. Orellana:

Reciba un cordial saludo del suscrito.

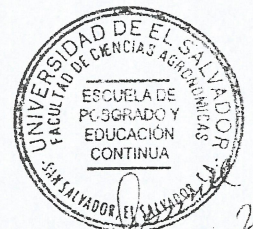
Por este medio le informo que los Bachilleres: Jaime Orlando Mancía Gómez, carnet MG12020, César Alexis Bautista Bautista, carnet BB11030 y Víctor Alejandro Campos Bernal, carnet CB11027, estudiantes de la Carrera de Ingeniería Mecánica de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, utilizarán el edificio del Instituto de Investigaciones Agroalimentarias, Ambientales y Escuela de Posgrado y Educación Continua, para realizar su trabajo de graduación titulado "Plan de Gestión Sistemático de la energía basado en la norma ISO 50001 Aplicado a Sistemas de Aire Acondicionado en Áreas de Oficina"; por lo que le solicito brindar la colaboración necesaria a los bachilleres antes descritos para el desarrollo de su investigación.

En espera de su atención a la presente, me suscribo de Usted.

Atentamente,

"HACIA LA LIBERTAD POR LA CULTURA"


Dr. Francisco Lara Ascención
Vicedecano



cc. Br. Jaime Mancía, Cesar Bautista, Víctor Campos

9-4-2018
12:00m

Ciudad Universitaria, 20 de agosto de 2018

Junta Directiva Facultad de Ciencias Agronómicas
Universidad de El Salvador
Presente

Cesar
20 AGO 2018
3:19pm

Estimados miembros

Reciban un cordial saludo y deseos de éxito en el desempeño de sus funciones, sirva la presente para lo siguiente:

Como estudiantes de la carrera de Ingeniería Mecánica de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura que nos encontramos desarrollando nuestro Trabajo de Graduación, cuyo tema es "PLAN DE GESTIÓN SISTEMÁTICO DE LA ENERGÍA BASADO EN LA NORMA ISO 50001. APLICADO A SISTEMAS DE AIRE ACONDICIONADO EN ÁREAS DE OFICINA", solicitamos de la manera mas atenta un espacio durante la sesión de Junta Directiva para exponer de manera breve (20 minutos) los resultados obtenidos en la etapa de Auditoría Energética en el edificio del Instituto de Investigaciones Agroalimentarias, Ambientales y Escuela de Postgrado y Educación Continua, el cual pertenece a la Facultad de Ciencias Agronómicas, y ayudar a comprender mediante la información impartida de la auditoria la etapa posterior del Sistema de Gestión de la Energía.

Al mismo tiempo, solicitamos que se encuentren presentes el Ingeniero Rodrigo Alfredo Montes (jefe de recursos humanos) y Carlos Humberto Menjívar (ordenanza), que forman parte importante de este proceso que se está realizando.

Agradeciendo su atención a la presente
Atentamente.
Hacia la Libertad por la Cultura.

Br. Cesar Alexis Bautista Bautista
Carné: BB11030, tesista

Br. Víctor Alejandro Campos Bernal
Carné: CB11027, tesista

Br. Jaime Orlando Mancía Gómez
Carné: MG12020, tesista

Msc. e Ing. Gustavo Salomón Torres Ríos Lazo
Docente Asesor de Tesis

Nota: Para la aprobación de la presenta, comunicarse con Víctor Campos al correo electrónico victor.camposb@gmail.com o al teléfono 7598-4556



**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
UNIDAD DE RECURSOS HUMANOS**



Ref: 525-RH-2018.

Ciudad Universitaria, 26 de septiembre de 2018.

Ing. MSc. Mario Antonio Orellana Núñez
Director de la Escuela de Postgrado y
Educación Continua.
Presente.

Estimados Ing. Orellana Núñez:

Reciba un cordial saludo y los deseos de éxitos en sus actividades cotidianas.

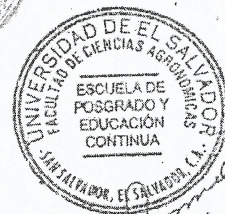
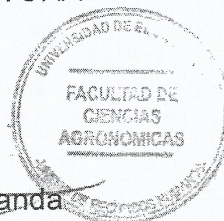
Por este medio le estoy informando que dentro del marco de la eficiencia energética, se tendrán dos jornadas de una hora cada una, para los días martes 2 y miércoles 3 de octubre del corriente, en horario de 2:00 a 3:00 p.m., para exponer el "PLAN DE GESTIÓN SISTEMÁTICO DE LA ENERGIA BASADA EN LA NORMA ISO 50001, APLICADA A SISTEMAS DE AIRE CONDICIONADO EN ÁREAS DE OFICINA", para lo cual será necesario que todos los miembros de la Escuela de Postgrado tanto docentes como administrativos, asistan de carácter obligatorio a dicha actividad.

Sin más por el momento, me suscribo.

Atentamente,

"HACIA LA LIBERTAD POR LA CULTURA"


Ing. MSc. Rodrigo Alfredo Montes Miranda
Jefe de Recursos Humanos



C.C. Decano.

#291
26-9-2018



**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS
ESCUELA DE POSGRADO Y EDUCACIÓN CONTINUA**

Ciudad Universitaria, 27 de septiembre de 2018.

Ref. POS/ADMN/291-2018

**Personal de la
Escuela de Posgrado y Educación Continua
Facultad de Ciencias Agronómicas
Presentes.**

Estimados Compañeros (as):

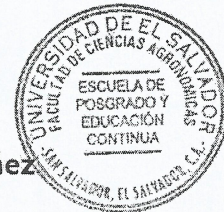
Reciban un cordial saludo del suscrito. En atención a nota con Ref.525-RH-2018 de la Unidad de Recursos Humanos de la Facultad, en la cual informa que, dentro del marco de la eficiencia energética, se expondrá el **"Plan de Gestión Sistemático de la Energía basada en la norma ISO 50001, aplicada a sistemas de aire acondicionado en áreas de oficina"**, por lo cual se realizarán dos jornadas informativas de una hora cada una los días 2 y 3 de octubre de 2018, en el horario de 2:00 p.m. a 3:00 p.m., en el Auditorium de la Facultad (adjunto copia de nota).

Por tal motivo les solicito participar en dichas jornadas ya que son de carácter obligatorio. Agradeciendo la colaboración, me suscribo de Ustedes.

Atentamente,

"HACIA LA LIBERTAD POR LA CULTURA"

Ing. Agr. M. Sc. Mario Antonio Orellana Núñez
Director



**LISTA DE ASISTENCIA A LA CHARLA INFORMATIVA
CONOCIENDO SOBRE SISTEMAS DE GESTION DE LA ENERGIA (ISO 50001)**

Responsables:

- Cesar Bautista
- Víctor Campos
- Jaime Mancía





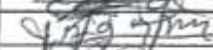

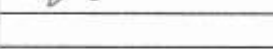

FECHA: 02 de octubre de 2018

Hora: De 02:00 pm a 03:00 pm

San Salvador, El Salvador

Lugar: Instituto de Investigaciones Agroalimentarias, Ambientales y Escuela de Postgrado y Educación Continua

Objetivo: Concientización sobre la eficiencia energética y usos de los recursos energéticos

N°	NOMBRES	FIRMA
1	Modesto Antonio Juárez Vasquez	
2	Gloria Ivonne Romero de Abrego	
3	Mario Antonio Onllaur Nájera	
4	Marcia de Calderón	
5	Abel Arqueta Platazo	
6	Carlos Hernández Mejía	
7	José Manuel Gómez	
8	Sandra Patricia Pereira	
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		
16		
17		
18		
19		
20		

**LISTA DE ASISTENCIA A LA CHARLA INFORMATIVA
CONOCIENDO SOBRE SISTEMAS DE GESTION DE LA ENERGIA (ISO 50001)**

Responsables:

- Cesar Bautista
- Víctor Campos
- Jaime Mancía






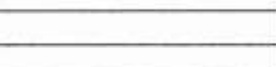
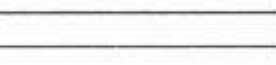
FECHA: 03 de octubre de 2018

Hora: De 02:00 pm a 03:00 pm

San Salvador, El Salvador

Lugar: Instituto de Investigaciones Agroalimentarias, Ambientales y Escuela de Postgrado y Educación Continua

Objetivo: Concientización sobre la eficiencia energética y usos de los recursos energéticos

N°	NOMBRES	FIRMA
1	Cayles Humberto Menjibar	
2	Sandra Patricia Perea de Raymundo	
3	Mario Antonio Oballema y Maci	
4	Modesto Juárez	
5	Marcia de Calderón	
6	Abel Nexei Argeta Plataco	
7	Gloria Nonne Romdo de Abrego	
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		
16		
17		
18		
19		
20		



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS
UNIDAD DE PLANIFICACIÓN, GESTIÓN Y VINCULACIÓN



30 de noviembre de 2018

Señores
Jefes (a) de Departamento
Escuelas de posgrado y Educación Continua
Unidades de apoyo
Junta Directiva
Asociación de Estudiantes de Ciencias Agronómicas (ASECAS)
Facultad de Ciencias Agronómicas
Presente

Estimados señores (as):

El motivo de la presente es para invitarlos a la presentación del informe sobre el proyecto: "Plan de gestión sistemático de la energía basado en la norma ISO 50001 aplicado a sistemas de aire acondicionado en áreas de oficina", ejecutado por los estudiantes de Ingeniería Mecánica de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Bachilleres César Alexis Bautista Bautista, Víctor Alejandro Campos Bernal y Jaime Orlando Mancía Gómez.


Es importante la participación de todos en esta actividad para la buena gestión y manejo de los aires acondicionados que tenemos en nuestras oficinas y laboratorios así como las futuras adquisiciones que se podrán hacer al respecto en cada uno de los Departamentos y Unidades de apoyo.

Día: martes 4 de diciembre de 2018

Hora: 2:00 pm.

Lugar: Aula 2 y 3 de posgrado

Seguro de contar con su valiosa participación, me despido.


Ing. Balmore Martínez Sierra
Jefe de Planificación, Gestión y Vinculación
Jefe Interino de Recursos Humanos



CC
Ing. Juan Rosa Quintanilla, Decano
Dr. Francisco Lara Ascencio, Vice Decano

**LISTA DE ASISTENCIA A LA CHARLA INFORMATIVA
RESULTADOS SOBRE EL SISTEMAS DE GESTION DE LA ENERGIA (ISO 50001)**

Responsables:








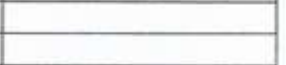
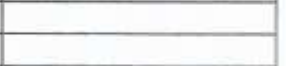
- Cesar Bautista
- Víctor Campos
- Jaime Mancía

FECHA: 04 de diciembre de 2018

Hora: De 02:00 pm a 03:00 pm
San Salvador, El Salvador

Lugar: Instituto de Investigaciones Agroalimentarias, Ambientales y Escuela de Postgrado y Educación Continua

Objetivo: Exponer los resultados sobre la revisión y verificación energética.

N°	NOMBRES	FIRMA
1	Jorge A Escobon Hernandez	
2	Ivonne Romero	
3	Napoleón Edgardo Poz Quevedo napoleon.poz@ucr.edu.sv	
4	Francisco Lara Ascobai	
5	María de Calderín	
6	Mario Antonio Orllana	
7	Ricoberto Quintanilla	
8	Huberto Aguirre	
9	Francisco Guerrero Ramirez	
10		
11		
12		
13		
14		
15		
16		
17		
18		
19		
20		
22		
23		
24		