

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



Estudio para el Ahorro de energía eléctrica en el Campus Central de la Universidad de El Salvador, elaboración de proyectos de Eficiencia Energética.

PRESENTADO POR:

JHOAN JOSEPH ANUVIS AZUCENA RAMÍREZ

JOSÉ ELAM CHICAS RIVAS

WENDY ELIZABETH ROMERO SARMIENTO

PARA OPTAR AL TITULO DE:

INGENIERO ELECTRICISTA

CIUDAD UNIVERSITARIA, FEBRERO 2015

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR :

ING. MARIO ROBERTO NIETO LOVO

SECRETARIA GENERAL :

DRA. ANA LETICIA ZAVALA DE AMAYA

FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

DECANO :

ING. FRANCISCO ANTONIO ALARCÓN SANDOVAL

SECRETARIO :

ING. JULIO ALBERTO PORTILLO

ESCUELA DE INGENIERIA ELÉCTRICA

DIRECTOR :

ING. JOSÉ WILBER CALDERON URRUTIA

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

Trabajo de Graduación previo a la opción al Grado de:

INGENIERO ELECTRICISTA

Título :

**Estudio para el Ahorro de energía eléctrica en el
Campus Central de la Universidad de El Salvador,
elaboración de proyectos de Eficiencia Energética.**

Presentado por :

JHOAN JOSEPH ANUVIS AZUCENA RAMÍREZ

JOSÉ ELAM CHICAS RIVAS

WENDY ELIZABETH ROMERO SARMIENTO

Trabajo de Graduación Aprobado por:

Docente Asesor :

Ing. Armando Martínez Calderón

San Salvador, febrero 2015

Trabajo de Graduación Aprobado por:

Docente Asesor :

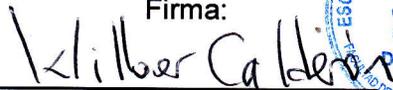
Ing. Armando Martínez Calderón

ACTA DE CONSTANCIA DE NOTA Y DEFENSA FINAL

En esta fecha, 27 de enero de 2015, en la Sala de Reuniones de la Escuela de Ingeniería Eléctrica, a las 4:00 horas, en presencia de las siguientes autoridades de la Escuela de Ingeniería Eléctrica de la Universidad de El Salvador:

1. MSc. e Ing. José Wilber Calderón Urrutia
Director

Firma:





2. MSc. e Ing. Salvador de Jesús Germán
Secretario

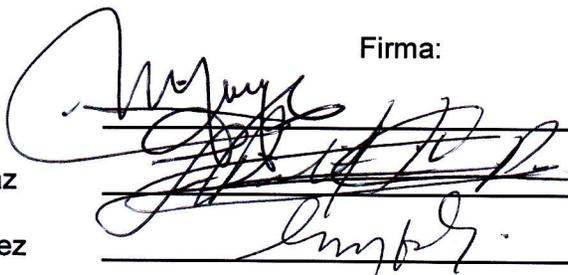
Firma:



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

1- Ing. Armando Martínez Calderón

Firma:



2- Msc. e Ing. Luís Roberto Chévez Paz

3- Ing. Gerardo Marvín Jorge Hernández

Se efectuó la defensa final reglamentaria del Trabajo de Graduación:

Estudio para el Ahorro de energía eléctrica en el Campus Central de la Universidad de El Salvador, elaboración de proyectos de Eficiencia Energética.

A cargo de los Bachilleres:

- Azucena Ramírez Jhoan Joseph Anuvis
- Chicas Rivas José Elam
- Romero Sarmiento Wendy Elizabeth

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

8.4

(ocho punto cuatro.)

AGRADECIMIENTOS

A DIOS TODOPODEROSO por haberme dado la sabiduría y la fortaleza para que fuera posible alcanzar este triunfo.

A mi madre y a mi padre, Marina Isabel Ramirez de Azucena y Juan José Armando Azucena Catan por su cariño, su apoyo, su dedicación y empeño por ayudarme a ser una persona mejor cada día. Por tanto esfuerzo para que yo alcanzara este triunfo, gracias por su amor incondicional y por siempre creer en mí.

A mis abuelas, Yolanda Catan y Hortensia Ramirez, por su cariño tan especial, su comprensión y su apoyo de siempre.

A mis hermanos, Yohalmo Azucena y Osiris Azucena y a mi tío, Carlos Ramirez, por su cariño, apoyo y comprensión.

A mi novia, Wendy Romero, por todo el tiempo compartido a lo largo de la carrera, por su comprensión y paciencia para superar tantos momentos difíciles.

A mi asesor, Ing. Armando Calderón por su paciencia y dedicación, por esmerarse en que captáramos el camino, gracias por todo el conocimiento transmitido.

A todos mis familiares y amigos, que de una u otra manera estuvieron pendientes a lo largo de este proceso, brindado su apoyo incondicional.

Jhoan Joseph Anuvis Azucena Ramirez

Agradezco primeramente a Dios por haber estado siempre fiel en cada uno de los pasos dentro de mi carrera, por haberme apoyado, animado y por haberme dado las fuerzas necesarias para poder seguir adelante, ya que sin Su ayuda no hubiese podido lograr nada.

Así mismo, agradezco a mi familia por haberme respaldado a lo largo de este proceso:

A mi papa, por cada viaje en el que me acompañó, porque siempre estuvo disponible para ayudar en lo que pudiera y por la paciencia en cada circunstancia crítica.

A mi mama, por siempre estar pendiente de que me alimentara y por la ayuda en cada defensa con detalles que marcaron la diferencia.

A mis hermanos, por haber estado presentes y acompañado en las noches de desvelo, a mis hermanas por cada palabra de aliento y ánimo de seguir adelante, y por la paciencia cada noche que le pedía favores.

Como dejar de lado a mi compañera de tesis Wendy Romero y su familia, gracias por acogerme en su casa y por respaldarnos en este proceso, gracias a ella por su paciencia y dedicación y por nunca darse por vencida a pesar de las dificultades.

Agradezco a mis asesores, por su paciencia y dedicación, por esmerarse en que captáramos el camino y por no darse por vencidos, gracias por todo el conocimiento transmitido.

Gracias infinitas a todos mis amigos y amigas, que ellos saben que aportaron grandemente a este logro, gracias por cada uno de sus consejos, de sus palabras de ánimo, a mis abuelos que Dios tenga en Su gloria, gracias infinitas a todos...

Nunca te dejare, nunca te desamparare, siempre te sustentare con la diestra de Mi justicia...

José Elam Chicas Rivas

Agradezco a Dios omnipotente por guiarme durante mi carrera y la realización de mi trabajo de graduación protegiéndome con su manto divino frente a las adversidades.

A mis padres, Dina Elizabeth Sarmiento y Nelson Bladimiro Romero, por su constante y sólido apoyo económico, moral, psicológico y por el infinito amor del que siempre me rodean.

A mi nana, Ana del Carmen Cunza, por todo su cariño brindado en toda mi formación, por su apoyo y confianza, hasta el cielo un abrazo y un beso. A veces en la vida encuentras a alguien que cambia tu vida simplemente siendo parte de ti.

A mis hermanos, Dina León y René Romero, por su cariño, consejos, apoyo y comprensión.

A mi novio, Anuvis Azucena, por todo el tiempo compartido a lo largo de la carrera, por su comprensión y paciencia para superar tantos momentos difíciles.

A mi asesor, Ing. Armando Calderón por su paciencia y dedicación, por esmerarse en que captáramos el camino y por todo el conocimiento transmitido.

Finalmente, A todos mis familiares, amigos y a todas aquellas personas que de diversas formas estuvieron pendientes a lo largo de este proceso e hicieron posible que se concretizara esta meta académica. Gracias y bendiciones.

Wendy Elizabeth Romero Sarmiento

ÍNDICE

| | |
|--|----|
| INTRODUCCIÓN | 5 |
| OBJETIVOS | 6 |
| ALCANCES..... | 7 |
| DEFINICIONES, ABREVIATURAS Y ACRÓNIMOS | 8 |
| DEFINICIONES | 8 |
| ABREVIATURAS Y ACRÓNIMOS..... | 9 |
| CAPÍTULO I: EFICIENCIA ENERGÉTICA | 10 |
| 1.1 QUÉ ES EFICIENCIA ENERGÉTICA..... | 10 |
| 1.2 IMPORTANCIA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA..... | 11 |
| 1.3 AUDITORIA ENERGÉTICA | 13 |
| 1.4 EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EDIFICIOS..... | 13 |
| 1.5 NORMATIVAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA | 14 |
| 1.5.1 NORMA ISO 50001..... | 14 |
| 1.5.2 EXTRACCIÓN DE LA NORMA ISO 50001 | 16 |
| 1.5.3 DECRETO EJECUTIVO No. 78 | 17 |
| 1.6 EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LOS EDIFICIOS PÚBLICOS..... | 18 |
| 1.7 ESTUDIOS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA REALIZADOS EN LA UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR..... | 19 |
| CAPÍTULO II: TECNOLOGÍAS GENERADORAS DE AHORRO ENERGÉTICO EN EDIFICIOS | 20 |
| 2.1 CARACTERÍSTICAS DE LOS CRISTALES..... | 20 |
| 2.2 ESTRATEGIAS DE PROTECCIÓN SOLAR | 20 |
| 2.3 PROTECCIONES SOLARES EXTERIORES FIJAS | 21 |
| 2.4 CORTASOLES | 21 |
| 2.5 PROTECCIONES SOLARES MÓVILES..... | 22 |
| 2.6 LÁMINA SOLAR..... | 23 |
| 2.7 POLICARBONATO CELULAR..... | 24 |
| 2.8 AISLANTE TÉRMICO | 25 |
| 2.9 AQUALOCK TERMOAISLANTE E IMPERMEABILIZANTE..... | 26 |

| | |
|--|----|
| CAPÍTULO III: EVALUACIÓN DE TECNOLOGÍAS PARA LA REDUCCIÓN DEL CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN EDIFICIOS DE LA UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR | 27 |
| 3.1 ANTECEDENTES | 27 |
| 3.2 EDIFICIO ADMINISTRATIVO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA | 30 |
| 3.2.2 COLOCACIÓN DE CORTASOLES EN LA PARTE FRONTAL Y LAS DOS ALAS DEL EDIFICIO | 33 |
| 3.2.3 COLOCACIÓN DE LÁMINA DE POLICARBONATO EN LA PARTE FRONTAL Y LAS DOS ALAS DEL EDIFICIO | 36 |
| 3.2.4 COLOCACIÓN DE PELÍCULA SOLAR, SOLAR GARD EN LA PARTE FRONTAL Y LAS DOS ALAS DEL EDIFICIO | 38 |
| 3.2.5 ANÁLISIS ECONÓMICO..... | 40 |
| 3.3 OFICINAS DEL CENTRO DE INVESTIGACIONES DE ANÁLISIS NUCLEAR (CIAN) | 40 |
| 3.3.1 AISLANTE TÉRMICO PRODEX 5MM | 42 |
| 3.3.2 AQUALOCK TERMOAISLANTE E IMPERMEABILIZANTE | 43 |
| 3.3.4 CONSTRUCCIÓN DE UNA OFICINA PARA LA SECRETARIA DEL CIAN..... | 44 |
| 3.3.4 ANÁLISIS ECONÓMICO..... | 45 |
| 3.4 MANUAL DE AHORRO ENERGÉTICO EN EDIFICIOS DE LA UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR | 45 |
| CONCLUSIONES..... | 49 |
| RECOMENDACIONES..... | 50 |
| BIBLIOGRAFÍA | 51 |
| ANEXOS | 52 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1: Consumo de energía eléctrica (kWh) de El Salvador desde 1960 a 2010..... | 12 |
| Figura 2: Consumo de energía eléctrica per cápita (kWh) de El Salvador desde 1960 a 2010 | 12 |
| Figura 3: Modelo del Sistema de Gestión de la Energía. | 17 |
| Figura 4: Consumo de Energía en el Sector Público. | 18 |
| Figura 5: Esquema de organización Aleros horizontales exteriores fijos..... | 21 |
| Figura 6: Dimensionamiento Alero horizontal. | 21 |
| Figura 7: Esquema de organización cortasoles, quiebra vista o celosías horizontales y verticales. | 21 |
| Figura 8: Esquema de quiebra vista horizontal. | 22 |
| Figura 9: Protección solar a través de cristales con bajo factor solar..... | 22 |
| Figura 10: Tipos de protecciones solares utilizadas en el exterior..... | 23 |
| Figura 12: Función de la lamina solar. | 23 |
| Figura 13: Placas de policarbonato con un tratamiento anti-UV..... | 24 |
| Figura 14: Efectos del calor en edificios: a) conducción b) Convección c) Radiación..... | 25 |
| Figura 15: aislante térmico reflectivo Prodex. | 25 |
| Figura 16: Aislante térmico Aqualock. | 26 |
| Figura 17: Grandes consumidores, identificados por kWh/m ² /año..... | 27 |
| Figura 18: Monto de facturación de energía eléctrica en el campus central de la Universidad de El Salvador del año 2008 al 2014..... | 28 |
| Figura 19: Comparación anual del Monto de facturación de energía eléctrica en el campus central de la Universidad de El Salvador del año 2008 al 2014. | 28 |
| Figura 20: Consumo de energía eléctrica en el campus central de la Universidad de El Salvador del año 2008 al 2014. | 29 |
| Figura 21: Comparación por año del Consumo de energía eléctrica en el campus central de la Universidad de El Salvador del año 2008 al 2014. | 29 |
| Figura 22: Lugar de colocación del plástico negro. | 30 |
| Figura 23: Comparación de la potencia total obtenida en un día sin plástico y con plástico. | 30 |
| Figura 24: Áreas sugeridas en el análisis de ahorro a) parte frontal b) ala oeste c) ala este. | 31 |
| Figura 25: Grafica de Potencia Consumida. | 31 |
| Figura 26: Segundo nivel edificio administrativo FIA. | 32 |
| Figura 27: Tercer nivel edificio administrativo FIA. | 32 |
| Figura 28: área a reacondicionar en el tercer nivel del edificio administrativo FIA. | 32 |
| Figura 29: Cortasoles propuestos..... | 33 |
| Figura 30: Forma de instalación de Cortasoles propuestos..... | 33 |
| Figura 31: Áreas sugeridas en el análisis de ahorro a) parte frontal b) ala oeste c) ala este. | 34 |
| Figura 32: Grafica de Potencia Esperada con cortasoles instalados..... | 35 |
| Figura 33: Simulación fotográfica de la propuesta de cortasoles. | 36 |

| | |
|--|----|
| Figura 34: Láminas de policarbonato..... | 37 |
| Figura 35: Película solar. | 38 |
| Figura 36: Oficinas del CIAN y aires acondicionados instalados. | 41 |
| Figura 37: Demanda de potencia simulada para las instalaciones del Centro de Investigaciones de Análisis Nuclear (CIAN) en el periodo del 30 de abril al 4 de mayo del 2011. | 41 |
| Figura 38: Aislante térmico. | 42 |
| Figura 39: Aqualock termoaislante e Impermeabilizante. | 43 |
| Figura 40: Aire acondicionado LG para oficina del CIAN. | 44 |
| Figura 41: Aire acondicionado LG para sala de Reuniones del CIAN. | 44 |

INTRODUCCIÓN

Eficiencia energética es la capacidad de utilizar una menor cantidad de energía en su transformación en iluminación, calor, transporte y otros servicios energéticos.

En la actualidad la tecnología juega un papel muy importante en nuestro medio, satisfaciéndonos de muchas necesidades que ayudan a mejorar nuestra calidad de vida. Dicha tecnología también consume muchos recursos energéticos lo cual encarece nuestra forma de vida y además, como consecuencia, contribuimos al impacto del medio ambiente y cambio climático.

El problema de la crisis energética es un problema a nivel mundial, actualmente en El Salvador esto se ha convertido en un desafío para el Gobierno Central, ya que ante la crisis energética las generadoras de energía eléctrica han incrementado su producción en los últimos años y consecuentemente se obtiene un incremento en el costo de la energía.

El incremento en el pago por facturación de energía eléctrica en la Universidad de El Salvador alcanzado el monto de aproximadamente \$120,000 mensuales en promedio, cifras que se verán incrementadas con la entrada en funcionamiento de los nuevos edificios, por tanto resulta importante plantear medidas que impliquen hacer un mejor uso de la energía eléctrica con reducción de pérdidas de energía, con mejoras a las instalaciones y mejor cultura sobre el uso de la energía

Un incremento en el pago de facturación de energía reduce las posibilidades de inversión en la adquisición de recursos para la mejora de la enseñanza académica universitaria.

Por tanto, es necesario establecer políticas de uso eficiente de la energía, para contribuir a la reducción del impacto del cambio climático y conservación del medio ambiente.

En este trabajo se pretende enfatizar la importancia de ejercer la eficiencia energética en cuanto a las energías disponibles con las que opera un edificio, en la que se subraya las posibles medidas de ahorro de energía que pueden poseer tales infraestructuras.

Se espera que la aplicación de las recomendaciones incluidas en este documento genere soluciones arquitectónicas y constructivas con mejores condiciones de confort, menor consumo de energía y menor impacto medioambiental.

OBJETIVOS

OBJETIVOS GENERALES

Reducir el plazo por facturación de energía eléctrica en el campus central de la Universidad de El Salvador.

Definir proyectos específicos para la mejora del uso eficiente de la energía eléctrica y reducción de pérdidas de energía.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Definir carpeta-proyectos para mejoras en infraestructuras e instalaciones eléctricas en aquellos edificios que han sido identificados como grandes consumidores de energía eléctrica.
2. Desarrollar una reducción del 10% en el consumo de energía eléctrica indicado en la facturación.
3. Realizar el análisis económico a cada uno de los proyectos generadores de ahorro energético en los edificios considerados como grandes consumidores en la facultad.
4. Identificar la mejor solución para reducir el consumo energético en el edificio administrativo de la facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de El Salvador.
5. Evaluar la mejor solución para reducir el consumo energético en las oficinas del Centro de Investigaciones de Análisis Nuclear (CIAN).

ALCANCES

Identificación de cada una de las instalaciones consideradas mediante indicadores de desempeño energético, para lo cual se realizarán las mediciones correspondientes, estos índices tendrán que ser determinados para futuras evaluaciones del uso eficiente de la energía eléctrica.

Se presentan proyectos con evaluaciones y posterior ejecución con el objetivo de mejorar y hacer uso eficiente de la energía eléctrica, estos se desarrollarán mediante el empleo de auditorías energéticas y mediciones de parámetros eléctricos.

Al aprobarse la propuesta de ahorro y uso eficiente de la energía eléctrica en los edificios de la facultad de ingeniería y arquitectura de la Universidad de El Salvador será el principio de una serie de medidas para que la Universidad pueda tener un ahorro en el consumo de energía eléctrica.

DEFINICIONES, ABREVIATURAS Y ACRÓNIMOS

DEFINICIONES

AUDITORÍA ENERGÉTICA: Es una inspección, estudio y análisis de los flujos de energía en un edificio, proceso o sistema con el objetivo de comprender la energía dinámica del sistema bajo estudio. Normalmente una auditoría energética se lleva a cabo para buscar oportunidades para reducir la cantidad de energía de entrada en el sistema sin afectar negativamente la salida.

CALOR: La cantidad de energía térmica que un cuerpo pierde o gana en contacto con otro a diferente temperatura recibe el nombre de calor. El calor constituye, por tanto, una medida de la energía térmica puesta en juego en los fenómenos caloríficos.

CARGA TÉRMICA: También nombrada como carga de enfriamiento, es la cantidad de energía que se requiere vencer en un área para mantener determinadas condiciones de temperatura y humedad para una aplicación específica (ej. Confort humano).

CLIMATIZACIÓN: Consiste en crear unas condiciones de temperatura, humedad y limpieza del aire adecuadas para la comodidad dentro de los espacios habitados.

CONFORT TÉRMICO: Es la condición mental que expresa satisfacción con el ambiente térmico. Es decir, el bienestar térmico del hombre en la situación bajo la cual este expresa satisfacción con el medio ambiente que lo rodea, tomando en cuenta no solamente la temperatura y la humedad propiamente dichas, sino también el movimiento del aire y la temperatura radiante.

CONFORT VISUAL: El confort visual se consigue cuando se está en condiciones de realizar las tareas visuales de una manera fácil y rápida. Éste se considera una contribución al proceso productivo, aprendizaje y rendimiento en general. Por medio del diseño arquitectónico se debe proporcionar un entorno visual apropiado que logre equilibrar la cantidad y calidad de la luz en espacios interiores.

DESLUMBRAMIENTO: La incomodidad en la visión producida cuando partes del campo visual son muy brillantes en relación a las cercanías a las que el ojo está adaptado.

EFICIENCIA: Funcionamiento en las condiciones nominales especificadas en los datos de placa.

EFICIENCIA ENERGÉTICA: Es la capacidad para usar menos energía para producir la misma cantidad de iluminación, calor, transporte y otros servicios energéticos.

ILUMINANCIA (E): Es la cantidad de flujo luminoso que incide sobre una superficie por unidad de área. Se mide en [Lux], de manera que [1Lux = 1 Lumen/m²].

TRANSMISIÓN LUMINOSA: Coeficiente que expresa el porcentaje de luz natural que deja pasar el cristal (TL)

VENTILACIÓN NATURAL: Es la acción mediante la adecuada ubicación de superficies, pasos o conductos aprovechando las depresiones o sobrepresiones creadas en el edificio por el viento, humedad, sol, convección térmica del aire o cualquier otro fenómeno sin que sea necesario aportar energía al sistema en forma de trabajo mecánico.

ABREVIATURAS Y ACRÓNIMOS

AA: Aire Acondicionado

BTU: British Thermal Unit (Unidad Térmica Británica)

BTU/h: British Thermal Unit per hour (Unidad Térmica Británica por hora)

CNE: Consejo Nacional de Energía

EE: Eficiencia Energética

SGen : sistemas de gestión de energía

HP: HorsePower (Caballos de Fuerza)

kW: kilowatt

kWh: kilowatt-hora

kWh/m²: Kilowatts-hora por metro cuadrado kWh/persona: Kilowatts- hora por persona

m: Metros

W: watt

US\$-kWh/persona: Costo kilowatts-hora por persona

CAPÍTULO I: EFICIENCIA ENERGÉTICA

Ahorrar energía significa reducir su consumo consiguiendo los mismos resultados que gastando más. Disminuir el gasto de energía genera muchos beneficios, ahorra dinero y protege el medio ambiente. Para implementar proyectos de ahorro energético se hace necesario conocer las diferentes definiciones que nos permiten entender de forma más clara el objeto de estudio de las tecnologías a evaluar.

1.1 QUÉ ES EFICIENCIA ENERGÉTICA

Eficiencia energética es la capacidad de utilizar una menor cantidad de energía en su transformación en iluminación, calor, transporte y otros servicios energéticos. [2]

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.[1]

El concepto de eficiencia energética tiene que ver con la cantidad de energía útil que se puede obtener de un sistema o de una tecnología en concreto. También se refiere a la utilización de tecnología que necesita menos energía para realizar la misma tarea. Por ejemplo, Una lámpara fluorescente compacta o CFL utiliza menos energía (dos tercios menos) que las lámparas incandescentes para proporcionar el mismo nivel de iluminación y puede durar entre seis y diez veces más. Las mejoras en eficiencia energética se suelen alcanzar adoptando tecnologías o procesos productivos más eficientes.

La eficiencia energética consta de tres pilares de acción:

1. **Eficiencia energética por el lado de la demanda:** Incluye una amplia gama de acciones y prácticas dirigidas a reducir la demanda de electricidad (o de hidrocarburos) y/o intentar desviar la demanda de horas punta a horas de menor consumo. Según la Agencia Internacional de la Energía, es una herramienta muy importante para ayudar a equilibrar la oferta y la demanda en los mercados de electricidad, reducir la volatilidad de precios, aumentar la fiabilidad y la seguridad del sistema, racionalizar la inversión en infraestructuras de suministro de electricidad y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero.
2. **Eficiencia energética por el lado de la oferta:** Se refiere al conjunto de medidas adoptadas para garantizar la eficiencia a lo largo de la cadena de suministro de electricidad. Las empresas intentan encontrar medios para realizar un uso más eficaz de sus equipos de generación menos eficientes. Se trata de mejorar el funcionamiento y mantenimiento de los equipos actuales o mejorarlos con tecnologías de vanguardia de eficiencia energética. Algunas empresas tienen sus propias alternativas de generación de electricidad, por lo que tienden a estudiar la eficiencia energética por el lado de la oferta además de por el lado de la demanda.

3. **Conservación de la energía:** Es el conjunto de actividades dirigidas a reducir el consumo de energía a través de un uso más eficaz de la energía y un menor consumo de energía y/o hidrocarburos. [3]

Se entenderá por uso eficiente de la energía todos los cambios que se traducen en la disminución de la cantidad de energía utilizada para producir una unidad de actividad económica o para satisfacer las necesidades energéticas, manteniendo un determinado nivel de bienestar o productividad; por lo que, incluye cambios tecnológicos, económicos y el comportamiento de la población. Consejo Nacional de Energía (CNE) [4]

1.2 IMPORTANCIA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

La energía es imprescindible para el desarrollo de nuestro entorno, gracias a ella podemos realizar gran parte de la actividad humana en el mundo desarrollado. Es la principal fuente de bienestar, y al mismo tiempo, la principal causa de problemas medioambientales para el planeta y el desencadenante de problemas económicos.

Las fuentes de energía más utilizadas en el mundo desarrollado están basadas en el uso de combustibles fósiles (carbón, petróleo, gas), estos combustibles fósiles se encuentran en zonas muy determinadas del planeta, son reservas agotables y generan mucha dependencia de aquellos países que las tienen, Además de los problemas macroeconómicos y energéticos que pueden generar los combustibles fósiles, no hay que olvidar los problemas medioambientales producidos por las emisiones de contaminantes.

Finalmente, existe una gran parte de la población mundial sin suministro energético estable, lo cual nos obliga a pensar en cambiar el modelo energético actual y en las fuentes de energías para tener cada vez más fuentes renovables, es fundamental reflexionar en cómo optimizar el consumo de energía.

La energía que consumimos depende de dos factores claves:

Las necesidades de energía. Hemos aumentado en el “mundo desarrollado” unos hábitos donde nuestras necesidades para alcanzar niveles de felicidad son cada vez mayores, así cada día nuestra demanda de energía final aumenta hasta niveles tremendamente inaceptables para mantener una economía sostenible y mundo equilibrado.

El segundo factor clave es **la optimización de la energía que obtenemos**, es decir, el rendimiento que somos capaces de conseguir en las distintas transformaciones producidas desde el origen de la energía primaria hasta el uso de la energía final.

Desde un punto de vista más práctico, estos dos factores se reducen en dos prácticas constantes: pensar en cada momento si la energía que estamos consumiendo es realmente necesaria y si el modo en que la consumimos está optimizada. [6]

Por estas razones, es urgente intervenir para lograr un equilibrio entre energía y medioambiente, respetando el derecho de las generaciones futuras, para que puedan vivir en un entorno bien conservado y rico en recursos naturales.

Debido a la demanda energética obtenida en los últimos años en El Salvador, surge la necesidad de hacer una evaluación con respecto al uso eficiente de la energía eléctrica a nivel nacional.

A continuación se presenta un gráfico representativo que muestra el **Consumo de energía eléctrica (kWh)** Para este indicador, El Banco Mundial proporciona datos para El Salvador desde 1960 a 2010. [5]

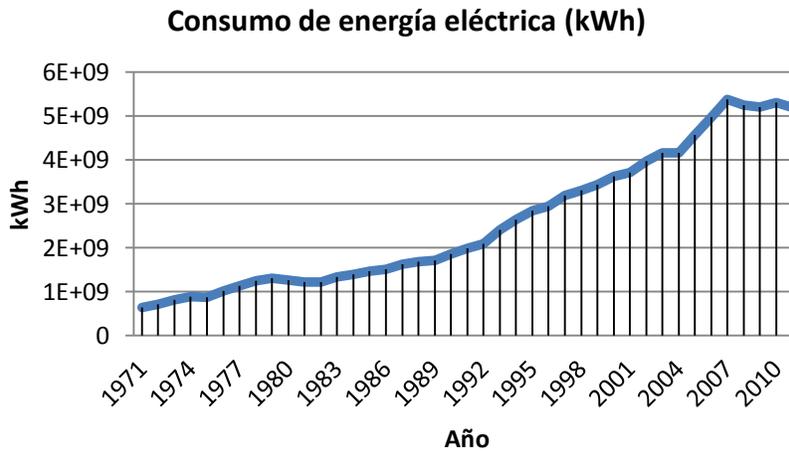


Figura 1: Consumo de energía eléctrica (kWh) de El Salvador desde 1960 a 2010 [5]

Otro factor importante es el **Consumo de energía eléctrica per cápita (kWh)** Para este indicador, El Banco Mundial proporciona datos para El Salvador desde 1960 a 2010. [5]

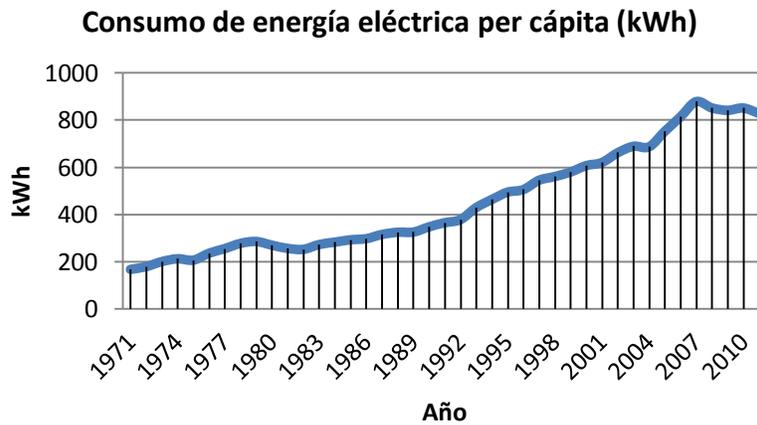


Figura 2: Consumo de energía eléctrica per cápita (kWh) de El Salvador desde 1960 a 2010 [5]

Se puede observar que entre el año 2010 y 2011 ha habido una disminución en el consumo de energía eléctrica en El Salvador, esto puede indicar que si se aplican estrategias de ahorro energético en todos

los sectores del país, se lograra un mayor ahorro en el consumo de energía eléctrica y se obtendrá una mejora en la economía del país.

La Eficiencia Energética genera, entre otras, las siguientes ventajas o beneficios:

- Menores costes de producción, al consumir menos energía por unidad producida.
- Contribuir al cumplimiento de las exigencias ambientales.
- Mejorar la competitividad global.
- Mayor capacidad de generación disponible, lo cual permite la utilización del sistema eléctrico disponible para otros usos.
- Menor desperdicio de energía y menor generación de contaminación.[1]

1.3 AUDITORIA ENERGÉTICA

Para evaluar el nivel de Eficiencia Energética actual, lo fundamental es establecer inicialmente indicadores que se puedan controlar y comparar, que dependerán de la actividad que se desea evaluar y darán una visión del estado actual, y del futuro según su evolución.

Todo esto se consigue con la realización de una Auditoría Energética. Las Auditorías Energéticas nacieron con el objetivo de que una empresa conociera de forma detallada cómo contrata la energía, cuánto consume, su repercusión en costes y detectara posibles mejoras para disminuir el coste energético.

A partir de la Auditoría Energética se proponen acciones para mejorar la Eficiencia Energética, entre las más importantes encontramos:

- Cambio energético (sustitución de fuentes energéticas por otras, etc.)
- Mejoras tecnológicas (iluminación más eficiente, motores de alta eficiencia, cambio de arrancadores por variadores, etc.)
- Optimización de procesos industriales y automatización (rediseño de sistemas productivos, etc.)
- Manejo de temperaturas (mejor control de las temperaturas, evitar pérdidas de frío y calor, etc.)
- Climatización o uso de la luz solar.
- Mejora del factor de potencia.[1]

1.4 EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EDIFICIOS

Un edificio con un sistema de climatización bien proyectado y ejecutado, orientado hacia el ahorro de energía, debe contar con equipos eficientes, uso de combustibles económicos o fuentes de energía alternativas

Las posibilidades de ahorro energético en el diseño de los edificios son muchas, las características arquitectónicas del inmueble, las propiedades térmicas de la envolvente, orientación de fachadas, distribución de los espacios interiores, así como la aplicación de un eficiente aislamiento térmico y la mejora en la hermeticidad de los cierres, son fundamentales.

Algunas estrategias que se pueden hacer para lograr eficiencia energética en edificios son:

- Aislamiento térmico en la envolvente (muros, techos y ventanas)
- Adecuada orientación del edificio
- Evitar el ingreso del sol en verano
- Diseñar protecciones solares (fijas, móviles, naturales)
- Utilizar sistemas de aire acondicionado eficientes (etiquetado energético)
- En azoteas como regla duplicar el espesor del aislamiento térmico y buscar incorporar elementos que den sombra.
- Utilizar iluminación eficiente mediante el uso de lámparas de bajo consumo.
- Modernización de las instalaciones energéticas del edificio y mejora de la calificación energética del mismo.

1.5 NORMATIVAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA

Debido al alto consumo energético a nivel mundial se han creado normativas para concientizar a todos los sectores de la sociedad sobre la importancia del ahorro energético, en nuestro país se toma como referencia la Norma Internacional ISO 5001.

1.5.1 NORMA ISO 50001

ISO 50001:2011, Sistemas de gestión de la energía - Requisitos con orientación para su uso, es una Norma Internacional voluntaria desarrollada por ISO (Organización Internacional de Normalización).

ISO 50001 brinda a las organizaciones los requisitos para los sistemas de gestión de energía (SGEn). ISO 50001 proporciona beneficios para las organizaciones grandes y pequeñas, en los sectores público y privado, en la manufactura y los servicios, en todas las regiones del mundo. ISO 50001 establece un marco para las plantas industriales, instalaciones comerciales, institucionales y gubernamentales, y organizaciones enteras para gestionar la energía.

Se estima que la norma, dirigida a una amplia aplicabilidad a través de los sectores económicos nacionales, podría influir hasta en un 60% del consumo de energía del mundo.

La energía es fundamental para las operaciones de una organización y puede representar un costo importante para estas, independientemente de su actividad.

Se puede tener una idea al considerar el uso de energía a través de la cadena de suministro de una empresa, desde las materias primas hasta el reciclaje.

Además de los costos económicos de la energía para una organización, la energía puede imponer costos ambientales y sociales por el agotamiento de los recursos y contribuir a problemas tales como el cambio climático. El desarrollo y despliegue de tecnologías de fuentes de energía nuevas y renovables puede tomar tiempo. Las organizaciones individuales no pueden controlar los precios de la energía, las políticas

del gobierno o la economía global, pero pueden mejorar la forma como gestionan la energía en el aquí y ahora. Mejorar el rendimiento energético puede proporcionar beneficios rápidos a una organización, maximizando el uso de sus fuentes de energía y los activos relacionados con la energía, lo que reduce tanto el costo de la energía como el consumo. La organización también contribuye positivamente en la reducción del agotamiento de los recursos energéticos y la mitigación de los efectos del uso de energía en todo el mundo, tal como el calentamiento global.

ISO 50001 se basa en el modelo de sistema de gestión que ya está entendido y aplicado por organizaciones en todo el mundo. Puede marcar una diferencia positiva para las organizaciones de todo tipo en un futuro muy cercano, al mismo tiempo que apoya los esfuerzos a largo plazo para mejorar las tecnologías de energía.

ISO 50001 proporcionará a las organizaciones del sector público y privado estrategias de gestión para aumentar la eficiencia energética, reducir costos y mejorar la eficiencia energética. La norma tiene como finalidad proporcionar a las organizaciones un reconocido marco de trabajo para la integración de la eficiencia energética en sus prácticas de gestión. Las organizaciones multinacionales tendrán acceso a una norma única y armonizada para su aplicación en toda la organización con una metodología lógica y coherente para la identificación e implementación de mejoras.

La norma tiene por objeto cumplir lo siguiente:

- Ayudar a las organizaciones a aprovechar mejor sus actuales activos de consumo de energía
- Crear transparencia y facilitar la comunicación sobre la gestión de los recursos energéticos
- Promover las mejores prácticas de gestión de la energía y reforzar las buenas conductas de gestión de la energía
- Ayudar a las instalaciones en la evaluación y dar prioridad a la aplicación de nuevas tecnologías de eficiencia energética
- Proporcionar un marco para promover la eficiencia energética a lo largo de la cadena de suministro
- Facilitar la mejora de gestión de la energía para los proyectos de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero
- Permitir la integración con otros sistemas de gestión organizacional, como ser el ambiental, y de salud y seguridad.

ISO 50001 se basa en el modelo ISO de sistema de gestión familiar para más de un millón de organizaciones en todo el mundo que aplican normas como la ISO 9001 (gestión de calidad), ISO 14001 (gestión ambiental), ISO 22000 (seguridad alimentaria), ISO/IEC 27001 (información de seguridad). En particular, la norma ISO 50001 sigue el proceso Planificar-Hacer-Verificar-Actuar de mejora continua del sistema de gestión de la energía. Estas características permiten a las organizaciones integrar la gestión de la energía ahora con sus esfuerzos generales para mejorar la gestión de la calidad, medio ambiente y otros asuntos abordados por sus sistemas de gestión.

ISO 50001 proporciona un marco de requisitos que permite a las organizaciones:

- Desarrollar una política para un uso más eficiente de la energía
- Fijar metas y objetivos para cumplir con la política
- Utilizar los datos para entender mejor y tomar decisiones sobre el uso y consumo de energía

- Medir los resultados
- Revisar la eficacia de la política
- Mejorar continuamente la gestión de la energía.

ISO 50001 puede ser implementada de forma individual o integrada con otras normas de sistemas de gestión.

Como todas las normas de sistemas de gestión ISO, ISO 50001 ha sido diseñada para ser aplicada por cualquier organización, sea cual sea su tamaño o actividad, ya sea en el sector público o privado, independientemente de su ubicación geográfica. ISO 50001 no fija objetivos para mejorar la eficiencia energética. Esto depende de la organización usuaria, o de las autoridades reguladoras. Esto significa que cualquier organización, independientemente de su dominio actual de gestión de la energía, puede aplicar la norma ISO 50001 para establecer una línea de base y luego mejorarla a un ritmo adecuado a su contexto y capacidades. [7]

1.5.2 EXTRACCIÓN DE LA NORMA ISO 50001

El propósito de esta norma es permitir a las organizaciones a establecer los sistemas y procesos necesarios para mejorar el rendimiento energético, incluyendo la eficiencia energética, uso y consumo. La aplicación de esta norma tiene la finalidad de conducir a reducciones en las emisiones de gases de efecto invernadero, el costo de la energía, y otros impactos ambientales relacionados, a través de la gestión sistemática de la energía.

Esta Norma Internacional es aplicable a todos los tipos y tamaños de organizaciones, independientemente de las condiciones geográficas, culturales o sociales. La implementación exitosa depende del compromiso de todos los niveles y funciones de la organización, y en especial de la alta dirección.

Esta Norma Internacional especifica los requisitos de un sistema de gestión de la energía (SGEn) de una organización para desarrollar e implementar una política energética, establecer objetivos, metas, y planes de acción que tengan en cuenta los requisitos legales y la información relacionada con significativo consumo de energía. Un SGEn permite a una organización alcanzar sus compromisos de política, tomar las medidas necesarias para mejorar su eficiencia energética y demostrar la conformidad del sistema con los requisitos de esta Norma Internacional. La aplicación de esta Norma Internacional puede ser adaptada a las necesidades de una organización - incluyendo la complejidad del sistema, grado de documentación y recursos - y se aplica a las actividades bajo el control de la organización. Esta Norma Internacional se basa en el marco de mejora continua Planificar-Hacer-Verificar-Actuar e incorpora la gestión de la energía en las prácticas cotidianas de la organización.

- Planificar: realizar la revisión y establecer la línea base de la energía, indicadores de rendimiento energético, objetivos, metas y planes de acción necesarios para conseguir resultados de acuerdo con las oportunidades para mejorar la eficiencia energética y la política de energía de la organización.
- Hacer: poner en práctica los planes de acción de la gestión de la energía.
- Verificar: monitorear y medir los procesos y las características claves de sus operaciones que determinan el rendimiento de la energía con respecto a la política energética y los objetivos e informar los resultados.

- Actuar: tomar acciones para mejorar continuamente la eficiencia energética y el SGE.

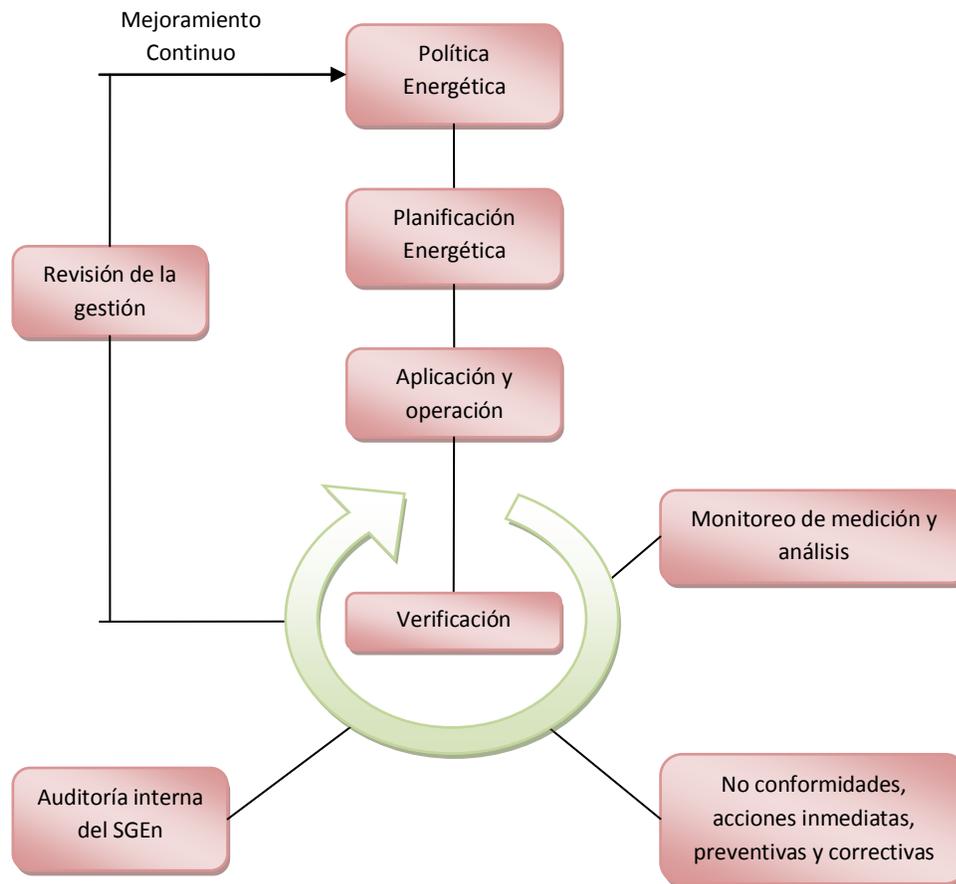


Figura 3: Modelo del Sistema de Gestión de la Energía.

La aplicación en todo el mundo de esta Norma Internacional contribuye a un uso más eficiente de las fuentes de energía disponibles, mejora de la competitividad, y reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero y otros impactos ambientales relacionados. Esta Norma Internacional es aplicable independientemente del tipo de energía utilizada.

Esta Norma Internacional puede utilizarse para la certificación, registro y auto- declaración de los SGE de una organización. No establece requisitos absolutos para el rendimiento energético más allá de los compromisos de la política energética de la organización y su obligación de cumplir con los requisitos legales y otros requisitos. Por lo tanto, dos organizaciones que llevan a cabo operaciones similares, pero con la eficiencia energética diferentes, pueden cumplir ambas con sus requisitos. [7]

1.5.3 DECRETO EJECUTIVO No. 78

Política de Ahorro y Austeridad del Sector Público contemplado en el Decreto Ejecutivo No. 78 , Capítulo II, inciso e) Servicios Básicos, que mandata: 2) Hacer uso racional de la energía eléctrica, evitando

mantener lámparas encendidas en oficinas o instalaciones con suficiente iluminación natural y apagando aquéllas que no estén siendo utilizadas; además, se deberá regular el uso de equipo de alimentación eléctrica como cafeteras, oasis y en especial, los equipos de aire acondicionado en lugares que cuenten con ventilación natural, en horas no laborales y a las temperaturas de funcionamiento razonables, procurando que el consumo y la capacidad contratada del suministro de energía eléctrica sea acorde con la demanda institucional. [13]

1.6 EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LOS EDIFICIOS PÚBLICOS

De forma complementaria y en el marco de las medidas propuestas por el Consejo Nacional de Energía, CNE, según la atribuciones establecidas en su Ley de Creación, se debe impulsar la conformación del Comité de Eficiencia Energética Institucional, al fin que éste pueda coordinar la implementación y adopción de acciones y medidas adicionales para el uso eficiente de la energía eléctrica en las instituciones públicas.

Es así como el CNE ha identificado, dentro de las instituciones del Sector Público, oportunidades para lograr reducciones importantes en el consumo de energía, utilizándola racionalmente, sin necesidad de cambiar los diferentes dispositivos como electrodomésticos, equipos de oficina, etc.

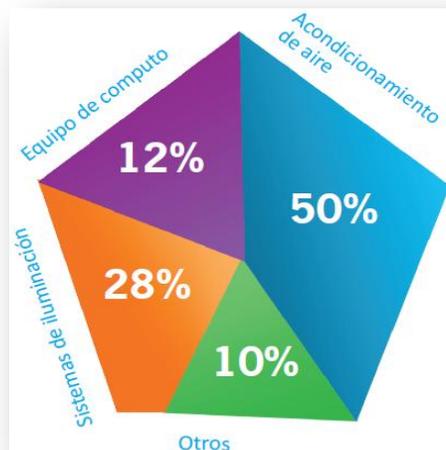


Figura 4: Consumo de Energía en el Sector Público. [8]

De acuerdo al análisis realizado por el Consejo Nacional de Energía (CNE) en el sector público, se estima que el 50% de la energía eléctrica es consumida por equipos de AIRE ACONDICIONADO, el 28% en SISTEMAS DE ILUMINACIÓN (principalmente tubos fluorescentes lineales), el 12% en EQUIPOS INFORMÁTICOS (incluyendo servidores, y computadoras en general) y un 10% utilizado en OTROS EQUIPOS DE OFICINA Y ELECTRODOMÉSTICOS.

Existen otras instituciones como los Hospitales Públicos, Escuelas e Institutos en los que estos porcentajes varían debido a su actividad específica, pero en general este comportamiento aplica para todo el sector público en El Salvador.

De acuerdo a lo anterior, el CNE recomienda a todas las instituciones públicas el USO RACIONAL Y EFICIENTE DE LA ENERGÍA estableciendo algunas recomendaciones en el uso de los sistemas de aire acondicionado, sistemas de iluminación y equipo en general.

- Se recomienda ESTABLECER UN EQUIPO DE TRABAJO liderado por el Gerente Administrativo, para operativizar y dar seguimiento a todas las medidas para el uso eficiente de la energía que se implementen dentro de las instituciones públicas.
- CONCIENTIZAR A TODO EL PERSONAL sobre la responsabilidad en la operación y uso racional de todos los equipos eléctricos utilizados en los edificios públicos.
- Conocer las condiciones energéticas (inventario) de cada una de las instituciones, como equipos existentes, consumos mensuales de energía eléctrica, combustibles y hábitos de uso de los trabajadores.
- ELABORAR UN PLAN DE MEDIDAS para el uso eficiente de la energía.
- COMUNICAR EL PLAN DE MEDIDAS a todos los trabajadores, DAR SEGUIMIENTO A LOS RESULTADOS obtenidos para que éstos sean permanentes dentro de la institución. El éxito del plan dependerá del uso que hagan las instituciones y el compromiso de todos los servidores públicos.
- ESTABLECER PERIODOS DE OPERACIÓN de los equipos que se utilizan en las instalaciones, como aires acondicionados, sistemas de iluminación, oasis, cafeteras, etc., divulgar y promover estas condiciones para que sean respetadas dentro de la institución. [8]

1.7 ESTUDIOS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA REALIZADOS EN LA UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

En la facultad de ingeniería y arquitectura y el campus central se han llevado a cabo estudios preliminares del comportamiento energético de los diferentes edificios que se consideran causantes del mayor consumo de energía, planteando en su mayoría algún tipo de soluciones para reducir el gasto de la energía; mas sin embargo, no se han desarrollado los proyectos específicos que llevaran a la reducción del consumo de energía y los costos de inversión que implicarían la ejecución de las mejoras planteadas para los edificios. Estos proyectos son un complemento a la conformación del comité de eficiencia energética institucional el cual se está conformando por mandato contenido en el decreto ejecutivo No. 78 (Art. 5, literal e, inciso 2) y que estará regulado por el consejo nacional de energía.

CAPÍTULO II: TECNOLOGÍAS GENERADORAS DE AHORRO ENERGÉTICO EN EDIFICIOS

Las tecnologías que se mencionan a continuación son las que se evalúan en el capítulo III como propuestas de proyectos de ahorro en los edificios seleccionados en el campus universitario, las cuales se adecuan a las deficiencias en el consumo energético encontradas en los edificios en estudio.

2.1 CARACTERÍSTICAS DE LOS CRISTALES

La transmisión de luz en los cristales consiste en favorecer la penetración de la luz al interior del local, a través de los elementos arquitectónicos, la geometría y las estrategias de iluminación.

El principal elemento arquitectónico transmisor de la luz es la ventana.

Ésta permite iluminar, ventilar naturalmente y obtener ganancias solares. De hecho, las condiciones de luz natural y el confort térmico están, a menudo en conflicto entre sí: cuanto mayor es el área de ventanas mayor es la cantidad de luz natural, pero también mayor es la pérdida y ganancias de calor, a menos que se introduzcan otros elementos para contrarrestar estos efectos.

La radiación solar incide sobre un vidrio, una parte es reflejada hacia el exterior, otra es transmitida hacia el interior y la restante es absorbida por la masa del vidrio

Para la transmisión de la luz natural a través de los vidrios debemos considerar en su elección dos factores:

- Transmisión luminosa (TL): coeficiente que expresa el porcentaje de luz natural que deja pasar el cristal. A mayor coeficiente mayor cantidad de luz pasa a través del cristal.
- Factor solar (FS): energía térmica total que pasa a través del acristalamiento por consecuencia de la radiación solar, por unidad de radiación incidente. Mientras su valor es menor tendremos menos ganancias solares.

La importancia de estas dos magnitudes radica en que a menudo se requiere que un cristal permita la máxima transmisión de luz con una baja transmisión de calor radiante solar; es decir, que el vidrio tenga una alta transmisión luminosa con el mínimo de factor solar posible. [9]

2.2 ESTRATEGIAS DE PROTECCIÓN SOLAR

Protegerse de la luz natural consiste en detener parcial o totalmente la radiación solar cuando ésta presenta características negativas para la utilización del espacio, evitando así el deslumbramiento y el sobrecalentamiento de los espacios interiores.

Para evitar el sobrecalentamiento se recomienda utilizar dispositivos de protección exterior que bloquee los rayos evitando la penetración del calor. Al no tener dispositivos de protección la limitación del sobrecalentamiento dependerá del tipo de cristal y el factor solar asociado con él.

En el caso de requerir protecciones por deslumbramiento, es importante distinguir la causa principal; si es la radiación solar directa o la radiación solar difusa. Para detener la radiación solar directa son preferibles las protecciones solares opacas. Los materiales translúcidos como vidrios con tinte o cortinas muy claras pueden convertirse en una fuente de deslumbramiento secundario al incidir el sol directamente sobre ellos.

Una estrategia de protección solar pensada desde el inicio del proyecto puede ser fundamental para la formalización de la arquitectura, donde se puede utilizar elementos estáticos simples (voladizos o marquesinas), elementos móviles (celosías, persianas, cortinas) o dispositivos que combinan ambos elementos. [9]

2.3 PROTECCIONES SOLARES EXTERIORES FIJAS

Para el diseño de las protecciones solares exteriores debemos considerar que el porcentaje de protección de la ventana dependerá de la altura del sol, la posición de la protección del sol en relación a la ventana, la relación entre la longitud de la protección y la altura de la ventana. Es igualmente importante considerar que debemos evitar los puentes térmicos de su estructura.

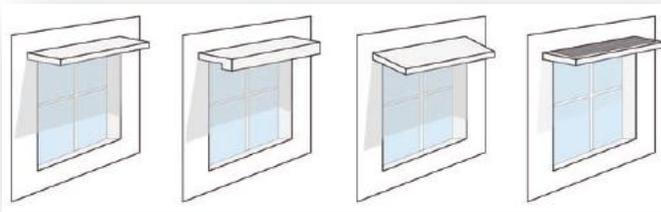


Figura 5: Esquema de organización Aleros horizontales exteriores fijos.[9]

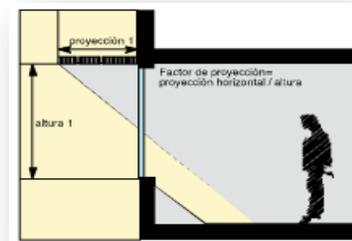


Figura 6: Dimensionamiento Alero horizontal.[9]

Los Aleros horizontales exteriores fijos consisten en un plano horizontal sobre la ventana que permite en detener la radiación solar directa. Estos tienen la ventaja de no bloquear la visión al exterior y la desventaja de generar una disminución permanente de la iluminación natural. [9]

2.4 CORTASOLES

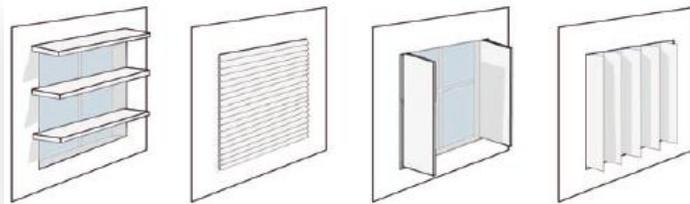


Figura 7: Esquema de organización cortasoles, quiebra vista o celosías horizontales y verticales.[9]

Elementos arquitectónicos de control solar, especialmente diseñados para soluciones de tipo cortasol en fachadas de edificios. También son productos diseñados para controlar el ingreso de luz en los recintos y optimizar el uso de la iluminación artificial, aportando al ahorro de energía en la edificación sustentable. Además, el bajo peso de sus componentes permite la instalación tanto en obras nuevas como en remodelaciones.

Los cortasoles, quiebra vista o celosías son enrejados de pequeños listones, generalmente de madera o hierro, que se colocan en las ventanas y otros huecos análogos para poder ver a través de ellos sin ser vistos. Su eficacia y efecto final depende del tamaño, distanciamiento y orientación de las láminas que conforman el elemento de protección. Con ellos es posible limitar la penetración solar directa; desde el punto de vista térmico detienen la radiación solar antes de que alcance el vidrio.

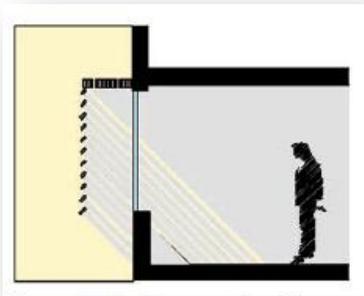


Figura 8: Esquema de quiebra vista horizontal. [9]

Figura 9: Protección solar a través de cristales con bajo factor solar.[9]

Existen aplicaciones de dispositivos de control solar a través de cristales con un factor solar bajo, mientras menor es el factor solar tendremos menos ganancias solares. Este tipo de protección contra el sol tiene la ventaja que no bloquea la vista al exterior y disminuye en un bajo porcentaje el paso de luz natural. [9]

2.5 PROTECCIONES SOLARES MÓVILES

Estas protecciones pueden ser adaptadas en función de la posición del sol y de las necesidades de los ocupantes. Su principal inconveniente es en relación a la manipulación y uso por parte de los ocupantes.

Este tipo de protecciones, al estar cerradas, tienen una baja transmisión luminosa, sin embargo, al tenerlas inclinadas favorecen la distribución luminosa en el recinto. Éstas permiten disminuir el deslumbramiento cerca de la ventana y difunden la luz al interior del recinto.

En función de la inclinación de las láminas es posible mantener la vista al exterior. Este tipo de protecciones puede ser ubicado al exterior, al interior o entre cristales. La eficacia de los diferentes tipos de protecciones móviles depende en gran medida del conocimiento del usuario y los controles automatizados para su funcionamiento.

Protecciones móviles exteriores se recomienda considerarlas como parte de la geometría de la fachada, ya que tienen un impacto estético significativo en su composición.

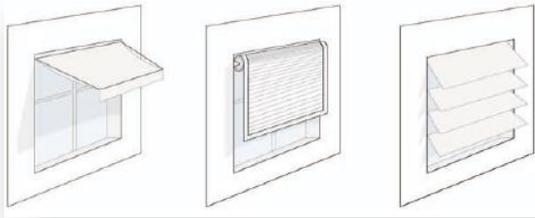


Figura 10: Tipos de protecciones solares utilizadas en el exterior.[9]

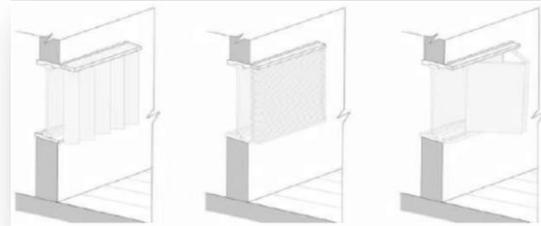


Figura 11: Tipos de protecciones solares interiores.[9]

Protecciones solares móviles interiores al ubicarlas al interior ofrecen una débil protección al sobrecalentamiento siendo desfavorable para el confort térmico, sin embargo, son favorables para el confort visual y estética del espacio. [9]

2.6 LÁMINA SOLAR

Una lámina es una película fina, transparente y auto-adhesiva muy fácil de colocar, que se aplica al cristal para modificar y realzar sus características sin cambiar la ventana o la estructura del edificio.



Figura 12: Función de la lamina solar. [11]

Las láminas solares reflejan, absorben, y transmiten diversas partes del espectro solar de tal modo que se controla tanto el diseño como el funcionamiento del cristal incluyendo: color, transmisión UV, transmisión infrarroja y deslumbramiento. Pueden absorber y reflejar hasta el 80% del calor que viene del exterior produciendo un ahorro de energía significativo o reducir alternativamente la pérdida de calor del edificio.

Gracias a las láminas, muchas construcciones antiguas pueden modernizarse sin necesidad de gastar mucho dinero, ni entorpecer el ritmo de trabajo. Al no ser necesario quitar ninguna ventana, la lámina puede instalarse sin necesidad de interferir en el correcto funcionamiento del ritmo de trabajo o la rutina del espacio en cuestión.

Se trata de una barrera eficaz y económica frente a los efectos nocivos del Sol. Usando esta tecnología de control solar se consigue la temperatura adecuada en los edificios evitando así los focos localizados de calor o de frío aumentando considerablemente el confort. Así se reduce el consumo energético gracias a sus propiedades aislantes, se mantiene una temperatura interior estable, lo cual supone un ahorro energético y económico considerable, de hasta un 30% en la factura de la luz. Se mejora el confort y repercute positivamente en el medio ambiente. [10]

2.7 POLICARBONATO CELULAR

El **policarbonato celular** tiene un elevado índice de **transmisión luminosa** por lo que resulta un material idóneo para el aprovechamiento de la luz natural. Esto, junto con la elevada **resistencia térmica** que posee hace que sea una clara elección para mejorar el **ahorro energético** de los locales.

Las placas, formadas por múltiples paredes, crean una cámara de aire dentro de los canales internos que hace aumentar el poder aislante en un alto porcentaje en comparación con el mismo material en placa compacta. La protección solar por medio de acristalamientos ha de ser tratada considerando tres objetivos:

- Garantía de una buena transmisión luminosa (elevada).
- Disminución de las aportaciones solares (factor solar mínimo)
- Disminución de las transferencias de calor desde el exterior hacia el interior

Utilizar paneles con lámina de control solar, que solo dejan pasar una parte de la radiación solar y permiten el paso de la luz solar aporta una mejora sustancial, ya que reduce la cantidad de energía solar transmitida al interior de un local acristalado, limitando la difusión de los infrarrojos cercanos y lejanos reduciendo así el efecto invernadero.

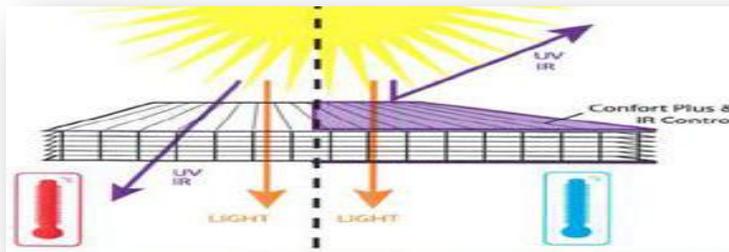


Figura 13: Placas de policarbonato con un tratamiento anti-UV

Este tipo de placas lleva un tratamiento anti-U.V incluye un tratamiento reflectante de partículas metálicas integradas en la cara exterior lo que reduce la cantidad de energía transmitida. [12]

2.8 AISLANTE TÉRMICO

Conducción: Se da principalmente a través de las moléculas de objetos sólidos en contacto físico. Siempre de un cuerpo caliente a uno más frío. Prodex minimiza la transferencia de calor conductivo por medio de su núcleo de polietileno.



a)

b)

c)

Figura 14: Efectos del calor en edificios: a) conducción b) Convección c) Radiación.

Convección: Convección natural o forzada. En el aire la mayor parte del calor es transportado de una parte a otra por el mismo aire. El aire próximo a una fuente de calor se calienta, haciéndose más liviano que el aire más frío de las capas superiores subiendo y reemplazando aire más pesado.

Radiación: Transmisión de calor de una superficie a otra mediante la propagación de ondas electromagnéticas. La radiación no requiere de un medio de transporte, efectuándose en el vacío. La Radiación solar es la principal fuente de calentamiento de las edificaciones en regiones de clima tropical.



Figura 15: aislante térmico reflectivo Prodex.

Prodex: Es un aislante térmico reflectivo desarrollado bajo las más altas normas de calidad, diseñado para ahorrar energía eliminando el calor radiante que emiten los techos, pisos o paredes dentro de las construcciones. Además, protege su casa, comercio o proyecto brindándole confort en cualquier época del año. Esta elaborado de espuma de polietileno de celda cerrada en espesores de 10, 5 y 3mm laminada en aluminio puro en ambas caras.

2.9 AQUALOCK TERMOAISLANTE E IMPERMEABILIZANTE



Figura 16: Aislante térmico Aqualock.

Es un aislante térmico ultra blanco para losas y techos, 100% elastomérico, resistente a agentes atmosféricos con alto poder reflejante de los rayos solares. Disminuye la temperatura interior, reduciendo el consumo de energía.

VENTAJAS

- Reduce la temperatura de 5-8 °C.
- Ideal para techos de lámina metálica y fibrocemento.
- Reduce el consumo de energía eléctrica.
- Resiste el salitre en zonas costeras.

USOS RECOMENDADOS

- Exterior e Interior.

Tipos de Superficie:

- Acero / Hierro
- Aluminio / Galvanizado
- Bloque de Concreto
- Concreto / Repello
- Drywall
- Madera
- Stucco Cementicio

CAPÍTULO III: EVALUACIÓN DE TECNOLOGÍAS PARA LA REDUCCIÓN DEL CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN EDIFICIOS DE LA UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

3.1 ANTECEDENTES

El pago por facturación de la energía eléctrica en el campus central universitario es de aproximadamente \$120,000 mensuales, cifra que se verá incrementada cuando entren en funcionamiento las nuevas construcciones en: facultad de jurisprudencia y ciencias sociales, facultad de economía, facultad de ciencias naturales y matemáticas y otros gastos que de no tomarse medidas para disminuir su monto, tendrá un impacto muy significativo en el funcionamiento de la Universidad de El Salvador, especialmente en la inversión para adquirir recursos para mejorar las actividades académicas en las diferentes facultades.

En la facultad de ingeniería y arquitectura y el campus central se han llevado a cabo estudios preliminares del comportamiento energético de los diferentes edificios que se consideran causantes del mayor consumo de energía, planteando en su mayoría algún tipo de soluciones para reducir el gasto de la energía; mas sin embargo, no se han desarrollado los proyectos específicos que llevaran a la reducción del consumo de energía y los costos de inversión que implicarían la ejecución de las mejoras planteadas para los edificios.

Identificación de edificios llamados “grandes consumidores” con respecto a su área construida, identificados por kWh/m²/año

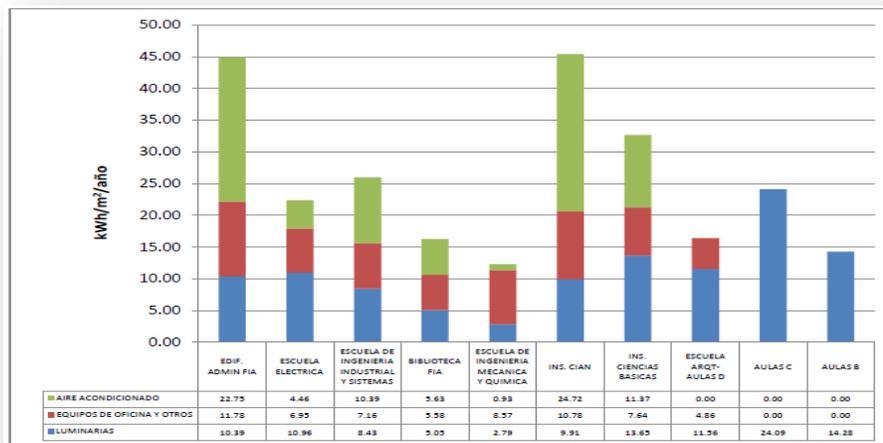


Figura 17: Grandes consumidores, identificados por kWh/m²/año.

A continuación se presentan las graficas sobre el consumo y costo de energía eléctrica en la Universidad de El Salvador desde el año 2008 hasta abril 2014.

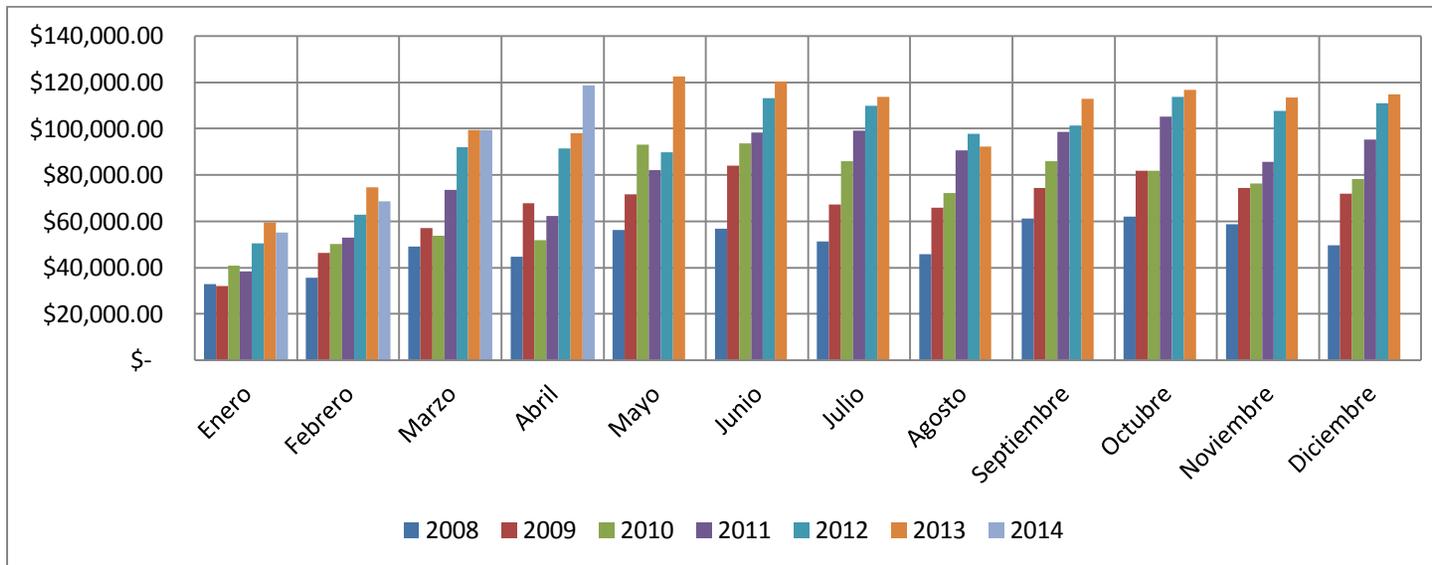


Figura 18: Monto de facturación de energía eléctrica en el campus central de la Universidad de El Salvador del año 2008 al 2014.

| Año | Costo |
|------|-----------------|
| 2008 | \$ 604,020.95 |
| 2009 | \$ 794,870.44 |
| 2010 | \$ 864,002.03 |
| 2011 | \$ 982,143.35 |
| 2012 | \$ 1,140,695.69 |
| 2013 | \$ 1,238,128.10 |
| 2014 | \$ 341,779.07 |

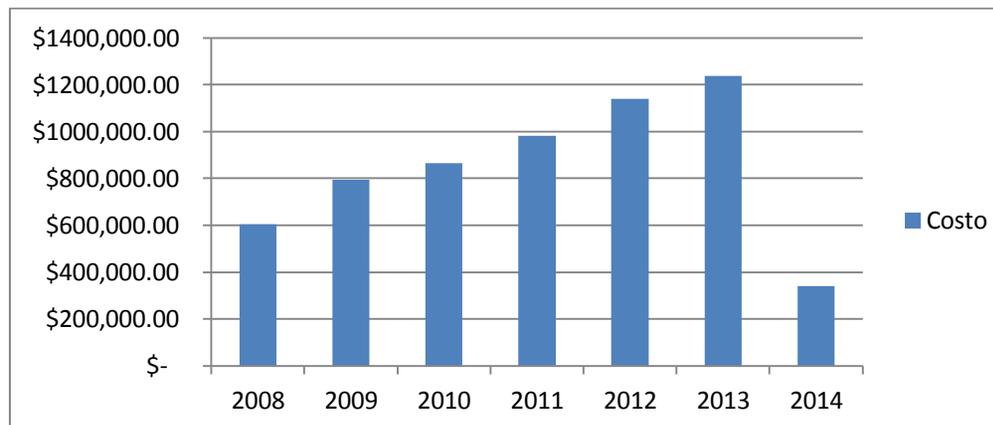


Figura 19: Comparación anual del Monto de facturación de energía eléctrica en el campus central de la Universidad de El Salvador del año 2008 al 2014.

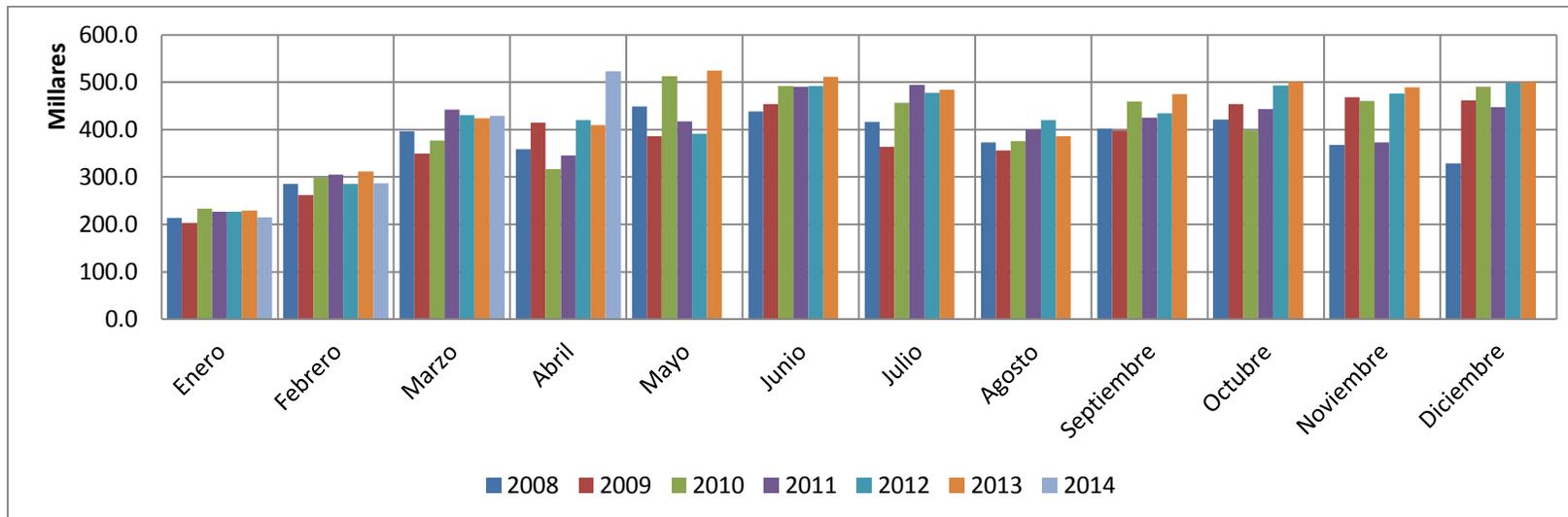


Figura 20: Consumo de energía eléctrica en el campus central de la Universidad de El Salvador del año 2008 al 2014.

| Año | Energía consumida en kWh |
|------|--------------------------|
| 2008 | 4450091.65 |
| 2009 | 4573265.5 |
| 2010 | 4870657.07 |
| 2011 | 4812440.2 |
| 2012 | 5049243.6 |
| 2013 | 5247033.44 |
| 2014 | 1454231.36 |

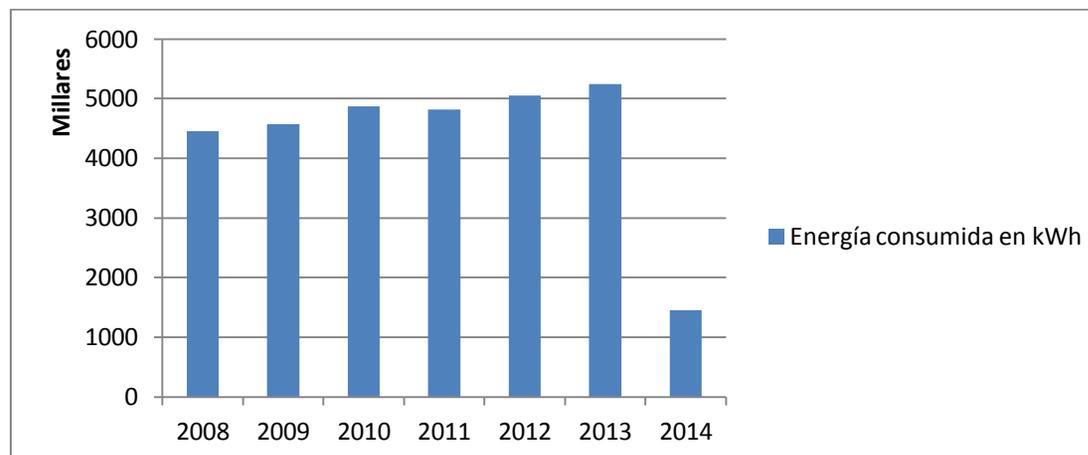


Figura 21: Comparación por año del Consumo de energía eléctrica en el campus central de la Universidad de El Salvador del año 2008 al 2014.

Para reducir la temperatura de las ventanas y calcular el factor de ahorro en el edificio administrativo se realizó una prueba colocando plástico en el ala este del edificio y se obtuvieron los siguientes resultados:

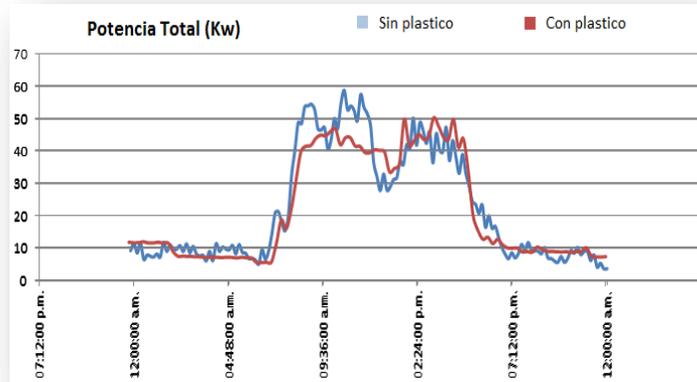


Figura 22: Lugar de colocación del plástico negro. área

Figura 23: Comparación de la potencia total obtenida en un día sin plástico y con plástico. $39.294 m^2$

Se observa que existió una disminución de potencia en la mañana de aproximadamente 12 kWh, al colocar plástico en el área este del edificio.

Por tanto se ve la necesidad de crear proyectos para evitar la insolación directa en el edificio administrativo, ya que esto generará una disminución de la temperatura y directamente un ahorro energético.

3.2 EDIFICIO ADMINISTRATIVO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

Objetivo: limitar el deslumbramiento, disminución del sobrecalentamiento y suspensión de la insolación directa.

Las áreas con mayor incidencia solar en el edificio Administrativo son:



a)



b)



c)

Figura 24: Áreas sugeridas en el análisis de ahorro a) parte frontal b) ala oeste c) ala este.

El consumo actual en el edificio administrativo es de aproximadamente 66KW/h como podemos observar en la grafica de consumo en kW

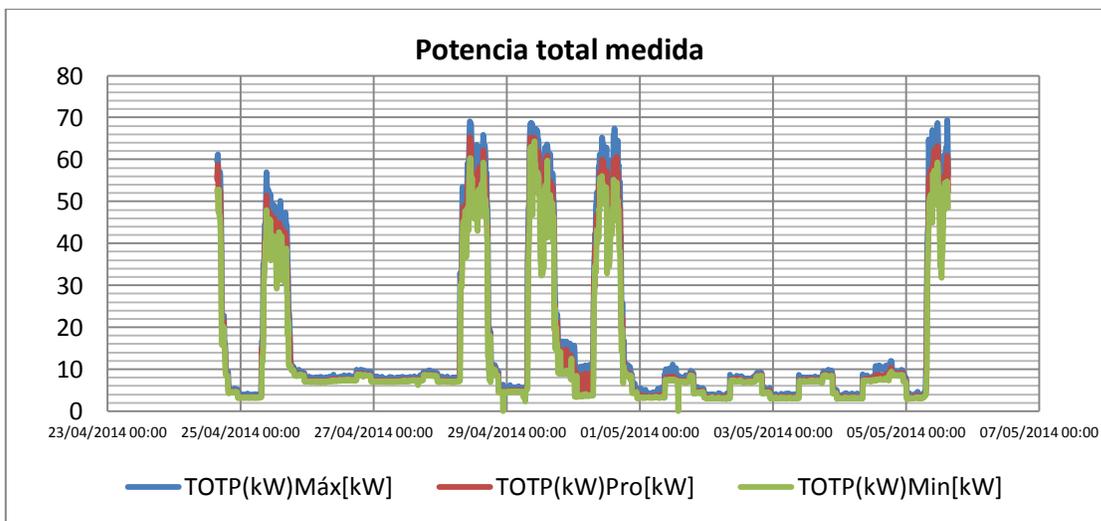


Figura 25: Grafica de Potencia Consumida.

Costo del consumo actual por hora \$28.39

Proyectos a evaluar:

Reacondicionamiento de aires acondicionados y colocación de tabla roca.

Colocación de cortasoles en la parte frontal y las dos alas del edificio

Colocación de lámina de policarbonato en la parte frontal y las dos alas del edificio.

Colocación de Película Solar, Solar Gard en la parte frontal y las dos alas del edificio.

3.2.1 REACONDICIONAMIENTO DE AIRES ACONDICIONADOS Y COLOCACIÓN DE TABLA ROCA.



Figura 26: Segundo nivel edificio administrativo FIA.



Figura 27: Tercer nivel edificio administrativo FIA.

Debido al mal diseño del sistema de aires acondicionados e infraestructura no adecuada para uso de oficinas, se opta por modificar el tercer nivel del edificio administrativo, tomando como ejemplo el segundo nivel del mismo.



a) Área:= 1.1305 m²



b) Área = 1.729 m²



c) Área = 0.9235 m²

Figura 28: Área a reacondicionar en el tercer nivel del edificio administrativo FIA.

Total de área a cubrir:

$$\text{Área: } 1.1305 \text{ m}^2 + 1.729 \text{ m}^2 + 0.9235 \text{ m}^2 = 3.783 \text{ m}^2 \approx 4 \text{ m}^2$$

Total de área a cubrir:

$$\text{Área: } 1.1305 \text{ m}^2 + 1.729 \text{ m}^2 + 0.9235 \text{ m}^2 = 3.783 \text{ m}^2 \approx 4 \text{ m}^2$$

Costo de Tabla Roca:

$$1 \text{ m}^2 \longrightarrow \$18.75$$

$$\text{Inversión: } 4 \text{ m}^2 \times \$18.75 = \$75.00$$

Reacomodamiento de aires: \$1000.00

Inversión total: \$ 1075.00

3.2.2 COLOCACIÓN DE CORTASOLES EN LA PARTE FRONTAL Y LAS DOS ALAS DEL EDIFICIO

Los cortasoles son fabricados en madera o metal, diseñados para dar una eficiente solución a la problemática del control solar. Utilizados como segunda piel de los edificios, pueden ser fijos o móviles en forma manual o motorizados. Controlan la entrada de los rayos solares a los recintos y otorgan un mayor confort.



Figura 29: Cortasoles propuestos.



Figura 30: Forma de instalación de Cortasoles propuestos.



a)



b)



c)

Figura 31: Áreas sugeridas en el análisis de ahorro a) parte frontal b) ala oeste c) ala este.

Al utilizar cortasoles tendríamos un 37.2% de ahorro en el consumo el cual sería de aproximadamente 41.45KW/h como se observa en la grafica del consumo esperado:

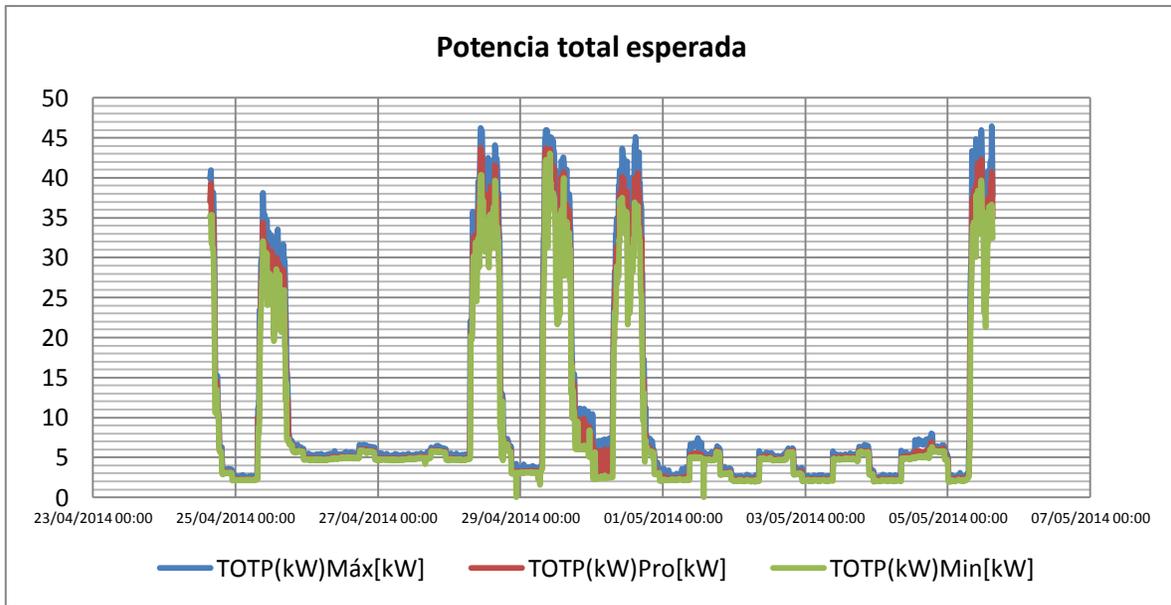


Figura 32: Grafica de Potencia Esperada con cortasoles instalados.

Costo del consumo por hora \$23.43

Con los cortasoles instalados en aproximadamente $185 m^2$ de ventana (las cuales comprende la facha de la entrada y las dos alas) del edificio administrativo de la FIA obtenemos un ahorro muy significativo el cual detallamos a continuación:

Ahorro por hora: $\$28.39 - \$23.43 = \$4.96$

Ahorro mensual: $\$4.96 \times 9 h \times 22 d = \982.08

Ahorro anual: $\$4.96 \times 9 h \times 22 d \times 12 m = \$11,784.96$

Obteniendo un factor de ahorro por área cubierta de:

$$\frac{\text{Ahorro mensual}}{\text{Area cubierta}} = \frac{\$982.08}{185m^2} = 5.31 \frac{\$/mes}{m^2}$$

Y teniendo un factor de ahorro anual de:

$$\frac{\text{Ahorro anual}}{\text{Area cubierta}} = \frac{\$11,784.96}{185m^2} = 63.70 \frac{\$/año}{m^2}$$

La inversión en la compra y puesta de los cortasoles en $185 m^2$ de ventana, tendría un costo aproximado de:

$$185m^2 \times \frac{\$110 + 13\%}{m^2} = 185m^2 \times \frac{\$124.3}{m^2} = \$22,995.50$$

Adicional a este costo se tendría la inversión en las estructuras metálicas para sostener los cortasoles de:

$$185m^2 \times \frac{\$50}{m^2} = \$9,250.00$$

Obtendríamos una recuperación de la inversión de:

$$\frac{\text{Inversión total}}{\text{ahorro anual}} = \frac{\$22,995.50 + \$9,250.00}{\$11,784.96} = \frac{\$32,245.5}{\$11,784.96} = 2.74 \text{ años} \approx \mathbf{3 \text{ años}}$$

El edificio quedaría como sigue:

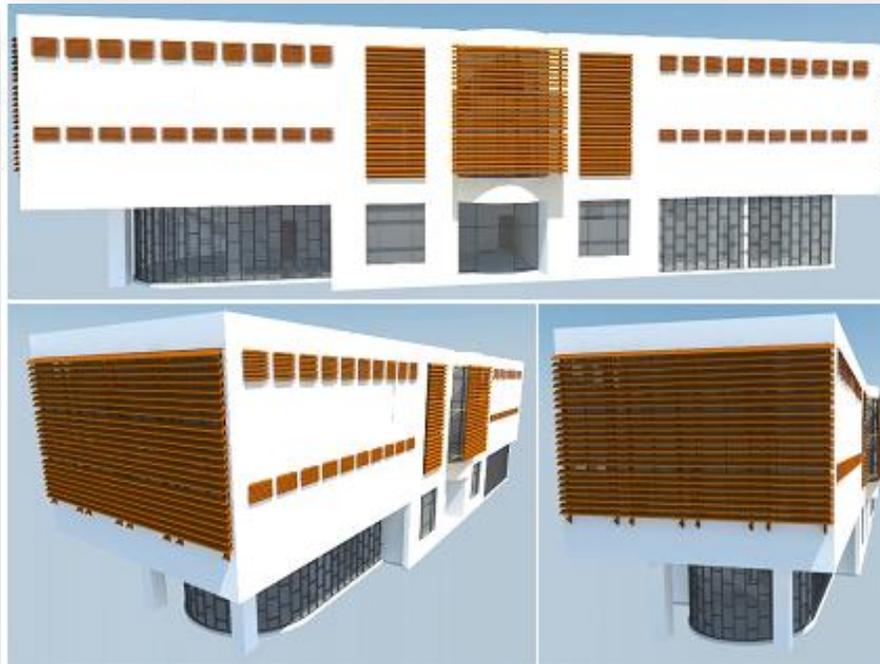


Figura 33: Simulación fotográfica de la propuesta de cortasoles.

3.2.3 COLOCACIÓN DE LÁMINA DE POLICARBONATO EN LA PARTE FRONTAL Y LAS DOS ALAS DEL EDIFICIO.

El policarbonato celular es un laminado translúcido, con claridad óptica, resistencia al impacto y de durabilidad que no produce goteras ni es flamable.

La función del policarbonato celular con filtro solar es reducir la cantidad de energía solar en el interior de edificios o cualquier lugar expuesto a la radiación solar, evitando el sobrecalentamiento del espacio, reduciendo considerablemente el empleo del aire acondicionado.



Figura 34: Láminas de policarbonato.
 $1 m^2 \rightarrow \$72.35 + iva$

Al utilizar **lámina de policarbonato** tendríamos un 50% de ahorro en el consumo el cual sería de aproximadamente 33 KW/h:

Costo del consumo por hora \$21.72

Con la **lamina de policarbonato** instalada en aproximadamente $185 m^2$ de ventana (las cuales comprende la fachada de la entrada y las dos alas) del edificio administrativo de la FIA obtenemos un ahorro muy significativo el cual detallamos a continuación:

Ahorro por hora: $\$28.39 - \$21.77 = \$6.67$

Ahorro mensual: $\$6.67 \times 9 h \times 22 d = \$1,320.66$

Ahorro anual: $\$6.67 \times 9 h \times 22 d \times 12 m = \$15,847.92$

Obteniendo un factor de ahorro por área cubierta de:

$$\frac{\text{Ahorro mensual}}{\text{Area cubierta}} = \frac{\$1,320.66}{185m^2} = 7.14 \frac{\$/mes}{m^2}$$

Y teniendo un factor de ahorro anual de:

$$\frac{\text{Ahorro anual}}{\text{Area cubierta}} = \frac{\$15,847.92}{185m^2} = 85.66 \frac{\$/año}{m^2}$$

La inversión en la compra y puesta de la lamina de policarbonato en 185 m^2 de ventana, tendría un costo aproximado de:

$$185\text{m}^2 \times \frac{\$72.35 + 13\%}{\text{m}^2} = 185\text{m}^2 \times \frac{\$81.76}{\text{m}^2} = \$15,124.77$$

Adicional a este costo se tendría la inversión en las estructuras metálicas para sostener las laminas de policarbonato de:

$$185\text{m}^2 \times \frac{\$50}{\text{m}^2} = \$9,250.00$$

Obtendríamos una recuperación de la inversión de:

$$\frac{\text{Inversion total}}{\text{ahorro anual}} = \frac{\$15,124.77 + \$9,250.00}{\$15,847.92} = \frac{\$24,374.77}{\$15,847.92} = 1.54\text{años} \approx \mathbf{1 \text{ año y medio}}$$

3.2.4 COLOCACIÓN DE PELÍCULA SOLAR, SOLAR GARD EN LA PARTE FRONTAL Y LAS DOS ALAS DEL EDIFICIO.

Películas reflectivas que brindan protección contra el calor y los efectos del sol desde la superficie exterior del vidrio. Brindan máximo rechazo de rayos UV. Reducen el consumo de energía en equipos de refrigeración, optimizando su vida útil y obteniendo ahorros económicos.



Figura 35: Película solar.

El precio con instalación es de

$$1 \text{ m}^2 \rightarrow \$55 + \text{iva}$$

y sin instalación es de

$$1 m^2 \rightarrow \$47 + iva$$

Con respecto al ahorro energético que ofrece depende mucho la posición en donde está ubicado el vidrio en el que se solicita la película. Solaire también realiza un estudio de este ahorro pero tendríamos que hacer una visita al lugar. Con respecto al SHGC (solar Heat Gain Control) es de 0.33 aproximadamente (como referencia una pared tiene 0.55 de shgc)

Al utilizar **Película Solar** tendríamos un 33% de ahorro en el consumo el cual sería de aproximadamente 44.22KW/h:

Costo del consumo por hora \$23.99

Con la **película solar** instalada en aproximadamente 185 m² de ventana (las cuales comprende la facha de la entrada y las dos alas) del edificio administrativo de la FIA obtenemos un ahorro muy significativo el cual detallamos a continuación:

$$\text{Ahorro por hora: } \$28.39 - \$24.08 = \$4.40$$

$$\text{Ahorro mensual: } \$4.40 \times 9 h \times 22 d = \$871.20$$

$$\text{Ahorro anual: } \$4.40 \times 9 h \times 22 d \times 12 m = \$10,454.4$$

Obteniendo un factor de ahorro por área cubierta de:

$$\frac{\text{Ahorro mensual}}{\text{Area cubierta}} = \frac{\$871.20}{185m^2} = 4.71 \frac{\$/mes}{m^2}$$

Y teniendo un factor de ahorro anual de:

$$\frac{\text{Ahorro anual}}{\text{Area cubierta}} = \frac{\$10,454.4}{185m^2} = 56.51 \frac{\$/año}{m^2}$$

La inversión en la compra y puesta de la película de protección solar en 185 m² de ventana, tendría un costo aproximado de:

$$185m^2 \times \frac{\$55 + 13\%}{m^2} = 185m^2 \times \frac{\$62.15}{m^2} = \$11,497.75$$

Obtendríamos una recuperación de la inversión de:

$$\frac{\text{Inversion total}}{\text{ahorro anual}} = \frac{\$11,497.75}{\$10,454.4} = 1.10años \approx \mathbf{1 \text{ año y } 1 \text{ mes}}$$

3.2.5 ANÁLISIS ECONÓMICO

| Cuadro comparativo de las distintas propuestas | | | | |
|--|---------|-------------|--------------------------|----------------------------|
| Propuestas | Actual | Cortasoles | Láminas de policarbonato | Película Solar, Solar Gard |
| Ahorro | | 37.20% | 50% | 33% |
| Consumo | 66 kWh | 41.45 kWh | 33 kWh | 44.22 kWh |
| Costo por hora | \$28.39 | \$23.43 | \$21.72 | \$23.99 |
| Ahorro por hora | | \$4.96 | \$6.67 | \$4.40 |
| Ahorro mensual | | \$982.08 | \$1,320.66 | \$871.20 |
| Ahorro Anual | | \$11,784.96 | \$15,847.92 | \$10,454.40 |
| Inversión en el producto | | \$22,995.50 | \$15,124.77 | \$11,497.75 |
| Inversión en estructuras | | \$9,250.00 | \$9,250.00 | \$0.00 |
| Inversión Total | | \$32,245.50 | \$24,374.77 | \$11,497.75 |
| Tiempo de recuperación | | 2.7 | 1.5 | 1.1 |
| | | | | |
| Inversión Total | | \$32,245.50 | \$24,374.77 | \$11,497.75 |
| Tiempo de vida | | 30 años | 10 años | 5 años |
| Número de Inversiones | | 1 | 3 | 6 |
| inversión en 30 años | | \$32,245.50 | \$73,124.31 | \$68,986.50 |
| Tiempo de recuperación | | 2.736156932 | 4.614126649 | 6.598800505 |

3.3 OFICINAS DEL CENTRO DE INVESTIGACIONES DE ANÁLISIS NUCLEAR (CIAN)

Objetivo: Disminuir el sobrecalentamiento y suspender la insolación directa.





Figura 36: Oficinas del CIAN y aires acondicionados instalados.

Consumo de energía eléctrica del CIAN

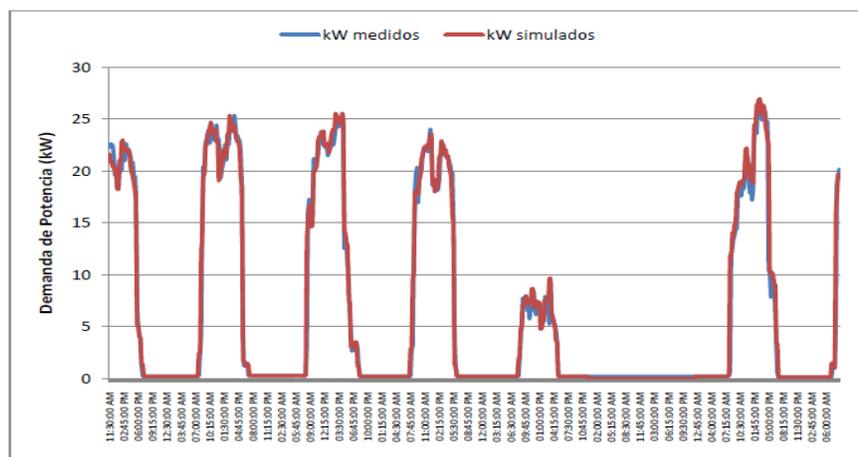


Figura 37: Demanda de potencia simulada para las instalaciones del Centro de Investigaciones de Análisis Nuclear (CIAN) en el periodo del 30 de abril al 4 de mayo del 2011. [14]

Consumo 23kWh

Costo del consumo por hora \$9.90

Propuestas para ahorro de energía eléctrica en el CIAN

- Aislante térmico prodex 5mm en techo y pared
- AQUALOCK Termoaislante e Impermeabilizante en techo
- Construcción de una oficina para la secretaria del CIAN

3.3.1 AISLANTE TÉRMICO PRODEX 5MM



Figura 38: Aislante térmico.

El aislante térmico protege las edificaciones de los agentes climatológicos externos, manteniendo un clima agradable en el interior de la vivienda, comercio o nave industrial durante todo el año, tanto en invierno como en verano.

Área del techo de la galera del CIAN: 287.154 m^2

$$1 \text{ rollo} \approx 46.482 \text{ m}^2 \rightarrow \$188.00$$

Para cubrir el techo del CIAN se necesitan:

$$\frac{287.154 \text{ m}^2}{46.482 \text{ m}^2} = 6.17774622 \approx 7 \text{ rollos}$$

$$7 \text{ rollos} \times \$188.00 = \$1,316.00$$

Mano de obra: \$800.00

Inversión total: \$1,316.00 + \$800.00 = \$2116.00

3.3.2 AQUALOCK TERMOAISLANTE E IMPERMEABILIZANTE



Figura 39: Aqualock termoaislante e Impermeabilizante.

Aislante térmico blanco para losas y techos, 100% elastomérico, resistente a agentes atmosféricos con alto poder reflejante de los rayos solares. Disminuye la temperatura interior, reduciendo el consumo de energía.

Área del techo de la galera del CIAN: 287.154 m^2

1 cubeta \approx 5 galones 1 galón $\approx 70 \text{ m}^2$ con 5 mils de espesor \rightarrow \$138.00

1 galón $\approx 14 \text{ m}^2$ con 5 mils de espesor \rightarrow \$29.00

Para cubrir el techo del CIAN se necesitan:

$$\frac{287.154 \text{ m}^2}{70 \text{ m}^2} = 4.1022 \rightarrow 4 \text{ cubetas}$$

$$287.154 \text{ m}^2 - (4 \text{ cubetas} \times 70 \text{ m}^2) = 7.154 \text{ m}^2 \rightarrow 1 \text{ galón}$$

Precio de 4 cubetas y 1 galón

$$(4 \times \$138.00) + \$29.00 = \$581.00$$

Mano de obra: \$500.00

Inversión total: \$581.00 + \$500.00 = \$1081.00

3.3.4 CONSTRUCCIÓN DE UNA OFICINA PARA LA SECRETARIA DEL CIAN

Oficina para secretaria

$$3m \times 3m = 9 m^2$$

Área necesaria de Tabla roca: $26.19 m^2$

$$1 m^2 \rightarrow \$18.75$$

$$26.19 m^2 \times \frac{\$18.75}{m^2} = \$506.25$$

Aire Acondicionado Haier para Oficina
Aire acondicionado de ventana 8,000
Btu, pantalla digital

Precio: \$298.99



Figura 40: Aire acondicionado LG para oficina del CIAN.

Aire acondicionado de 24,000 BTU,
hasta 60% de ahorro de energía

Precio: \$1307.99



Figura 41: Aire acondicionado LG para sala de Reuniones del CIAN.

Redistribución de aire acondicionado \$1000.00

Costo total: \$506.25 + \$298.99 + 1307.99 +\$1000.00= 3113.23

3.3.4 ANÁLISIS ECONÓMICO

Cuadro comparativo

| Propuestas | Actual | Aislante térmico | AQUALOCK | AA y oficina |
|------------------------|--------------|------------------|-------------|--------------|
| Ahorro | | 35% | 5% | 15% |
| Consumo | \$ 9.90 | \$ 6.44 | \$ 9.41 | \$ 8.42 |
| Ahorro por hora | | \$ 3.47 | \$ 0.49 | \$ 1.49 |
| Ahorro mensual | | \$ 686.07 | \$ 98.01 | \$ 294.03 |
| Ahorro Anual | \$ 23,522.40 | \$ 8,232.84 | \$ 1,176.12 | \$ 3,528.36 |
| Inversión | | \$ 3,292.00 | \$ 1,081.00 | \$ 3,113.23 |
| Tiempo de recuperación | | 0.39986202 | 0.9191239 | 0.882344772 |
| | | 5 meses | 1 año | 10 meses |

3.4 MANUAL DE AHORRO ENERGÉTICO EN EDIFICIOS DE LA UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

USO DE AIRE ACONDICIONADO

- Establecer un horario de utilización del aire acondicionado. Se recomienda utilizarlo a partir de las 08:00 a.m. a 12:00 p.m. y por la tarde de la 01:00 p.m. a 03:45p.m. En horarios de almuerzo o en las primeras horas del día es oportuno utilizar la VENTILACIÓN NATURAL si es posible.
- Si la jornada laboral se desarrolla en un día fresco, es posible 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.
- El único equipo de aire acondicionado que podrá trabajar permanentemente será el de cuarto de servidores en cada edificio.

PARÁMETROS DE PROGRAMACIÓN DE EQUIPO DE AIRE ACONDICIONADO

- PROGRAMAR EL AIRE ACONDICIONADO A UNA TEMPERATURA DE 21°C. Esto es lo necesario para lograr una temperatura confortable, y no bajas temperaturas. POR CADA GRADO QUE SE DISMINUYA LA TEMPERATURA, EL CONSUMO DE ENERGÍA DE LOS EQUIPOS DE AIRE ACONDICIONADO AUMENTA APROXIMADAMENTE EN UN 7%.
- Bloquear fugas de aire a través de sellos en puertas y ventanas. Entre el 25% y 30% de la necesidad de aire acondicionado se debe a las pérdidas dentro de las oficinas.

- Al encender el aire acondicionado en oficinas y salones amplios, utilice la función de movimiento (swing) del equipo, esto contribuye al acondicionamiento del espacio en menos tiempo.
- Apagar el equipo de aire acondicionado cuando no haya nadie en el área que éste climatizando.
- En general, utilizar ropa fresca y de color claro para evitar que la sensación de calor sea la que corresponde a la temperatura recomendada y no a la causada por vestuario con retención térmica.

BUENAS PRACTICAS DE USO /ACONDICIONAMIENTO DE AIRE

- Mantener las puertas y ventanas cerradas para evitar el ingreso de calor, cuando el aire acondicionado este en funcionamiento.
- Si las áreas de recepción o zonas comunes de las oficinas están acondicionadas, se deberá de mantener puertas cerradas, si hay circulación de aire natural y no es posible tener las puertas cerradas se recomienda apagar los equipos de aire acondicionado.
- Cuando se encienda el equipo de aire acondicionado, NO PROGRAMAR la temperatura más baja de lo indicado (21 °C), esto no hará que se enfríe más rápidamente el espacio.

Mantenimiento del Equipo

- Establecer un programa de mantenimiento de todos los quipos de aire acondicionado y sobre todo asegurar que éste sea bien ejecutado.

RECOMENDACIONES PARA LOS SISTEMAS DE ILUMINACIÓN

- Aprovechar la luz natural, reubicando los puestos de trabajo para recibir luz natural directamente de las ventanas, mantener limpios los vidrios de las ventanas y utilizar colores claros en las paredes y cielos al interior de las oficinas.
- Adaptar la iluminación a las necesidades de cada sector de las oficinas, ya sea con iluminación sectorizada o instalando sensores de movimiento en lugares como baños y pasillos de uso eventual. Si se disminuye la cantidad de luminarias en las oficinas, se debe mantener la luz necesaria para los lugares de trabajo, según lo indica el código de trabajo.
- Efectuar el cambio de lámparas incandescentes por lámparas eficientes (focos ahorradores). Cambiar los tubos fluorescentes estándar (tipo T12) por tubos fluorescentes eficientes (tipo T8, T5 ó LED) y balastos electrónicos en lugar de magnéticos.
- Promover la limpieza periódica de las pantallas de las lámparas.

- Si es posible, adaptar de acuerdo a las necesidades y áreas de trabajo, los circuitos de iluminación con apagadores independientes en espacios comunes, para iluminar únicamente aquellos sectores que lo necesitan, o están siendo utilizados.

RECOMENDACIONES PARA EQUIPOS DE OFICINA EN GENERAL

- Programar las computadoras en MODO AHORRO DE ENERGÍA para que entren en inactividad cuando no sean utilizadas por más de 10 minutos.
- Programar Impresoras, fotocopiadoras, fax, televisores y otros equipos en modo de ahorro de energía.
- Al finalizar la jornada laboral es conveniente apagar completamente los equipos, incluyendo computadoras, pantallas, impresores, UPS y reguladores de energía.
- Desconectar todos los equipos que no se utilizarán, como oasis, cafeteras, hornos, cargadores de celular y demás equipo a considerar.

- Apague completamente las computadoras cuando no las utilice o cuando se ausente por más de 30 minutos.
- Cuando no vaya a utilizar su computadora durante periodos cortos apague sólo la pantalla, con lo cual ahorrará energía. Así, al volver a encenderla no tendrá que esperar que se reinicie el equipo.
- Las pantallas planas LCD ahorran 37% de la energía cuando están en funcionamiento y un 40% en modo de espera.
- Desconectar los equipos al finalizar las horas laborales. Ejemplo: Oasis, Impresoras, Fotocopiadoras, etc.

REFRIGERADOR

- Abrir y cerrar la puerta del refrigerador solo cuando sea necesario, unos segundos bastan para perder buena parte del frío acumulado. también es importante dejar que los alimentos se enfríen antes de introducirlos en el refrigerador, si se calienta el interior del aparato, éste deberá realizar un trabajo extra para enfriarlo de nuevo, aumentando su consumo. Revisar otras perdidas de frio que se tengan en la refrigeradora como los empaques de las puertas, suciedad, etc.
- Al cambiar el refrigerador, evitar comprar un equipo más grande del que en realidad se necesita, además, al momento de la compra elegir los modelos que tienen un menor consumo de energía.

MICROONDAS Y CAFETERAS

- Se debe ajustar potencia y tiempos de funcionamiento de acuerdo al tipo de alimento. Cuidar la limpieza del interior del aparato ya que los restos absorben energía y pueden dañar el equipo.
- En el Caso de las Cafeteras, no es necesario que éstas permanezcan encendidas durante todo el día, se recomienda preparar la cantidad de café requerido y utilizar termos ó dispositivos que conserven el calor.

Además es necesario utilizar cafeteras con la capacidad adecuada de acuerdo a la demanda de las instituciones. Cafeteras de medianas a grandes capacidades utilizan la misma cantidad de energía a pesar que se prepare únicamente parte de su capacidad.

CONCLUSIONES

La eficiencia energética en las edificaciones se plantea como una necesidad, contribuyendo a disminuir los graves problemas en el consumo de energía y el medio ambiente, a la vez que una estrategia para solucionar el problema de la escasez de fondos públicos. Es importante señalar que el gasto en energía es un gasto necesario. Es correcto pagar por energía, lo incorrecto es pagar más de lo que se necesita consumir.

Con todas las propuestas de ahorro en los edificios seleccionados se espera reducir más del 10% del consumo actual en cada una de las edificaciones.

La mejor solución para reducir el consumo energético en el edificio administrativo de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura es la instalación de cortasoles en la parte frontal y las dos alas, para generar un ahorro significativo en el presupuesto universitario.

Se sugiere instalar aislante térmico en el techo y paredes de las oficinas del CIAN y hacer un reacondicionado en aires acondicionado, para reducir el consumo energético de esta instalación.

RECOMENDACIONES

Instalar cortasoles en el área frontal y lateral del edificio administrativo de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de El Salvador, debido a su larga vida útil; ya que en treinta años únicamente se realizara una inversión y según el ahorro obtenido el tiempo de recuperación de la inversión es de aproximadamente 3 años a diferencia de las otras tecnologías (laminas de policarbonato y colocación de papel film) que se beben realizar varias inversiones (3 veces y 6 veces) y el tiempo de recuperación es mayor(4 años 8 meses y 6 años 7 meses).

De no ser imprescindible la edificación de las oficinas del Centro de Investigaciones de Análisis Nuclear (CIAN) Se sugiere eliminar el edificio y ubicar la secretaría en el nuevo edificio del CIAN, ya que el consumo energético que se obtiene en las oficinas es un gasto muy elevado e innecesario para únicamente una persona.

De lo contrario se recomienda instalar aislante térmico en el techo y paredes de las oficinas del CIAN y hacer un reacomodo en aires acondicionados, para reducir el consumo energético de esta instalación, obteniendo la recuperación de la inversión en menos de un año.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] (AEE ahorro y eficiencia energetica) [Online]. Disponible: <http://www.eficienciaenergetica.es/que-es-la-eficiencia-energetica/>
- [2] Banco Centroamericano de Integración Económica, Gerencia de programas y productos de desarrollo, “Programa de Eficiencia Energética”, julio, 2010.
- [3] (GREENPYME- eficiencia energética) [Online]. Disponible: <http://greenpyme.iic.org/es/>
- [4] (Consejo Nacional de Energía. –CNE Gobierno de El Salvador) [Online]. Disponible: <http://www.cne.gob.sv/>
- [5] (The Global Economy - Herramientas para la investigación de la economía mundial) [Online].Disponible: <http://es.theglobaleconomy.com/El-Salvador>
- [6] (Activa energías renovables) [Online]. Disponible: <http://www.activaenergia.es/blog/item/la-importancia-de-la-eficiencia-energetica>
- [7] Organización Internacional de Normalización, Secretaría Central de ISO “Gana el desafío de la energía con ISO 50001” [Online]. Disponible: www.iso.org
- [8] Consejo Nacional de Energía, “Manual de Recomendaciones para el uso eficiente de la energía en el gobierno central” [Online]. Disponible: www.cne.gob.sv
- [9] (Manual de diseño pasivo y eficiencia energética en edificios Públicos) [Online]. Disponible: www.iconstruccion.cl
- [10] (Prosol Laminas) [Online]. Disponible: <http://www.prosol-laminas.es/>
- [11] (Interfilm profesional window films) [Online]. Disponible:<http://www.interfilm.cl/productos/laminas-control-solar/>
- [12] (Consideraciones sobre el Policarbonato Celular como aislante térmico) [Online]. Disponible: <https://irpen.wordpress.com/2014/11/26/consideraciones-sobre-el-policarbonato-celular-como-aislante-termico/>
- [13] El órgano ejecutivo de la república de El Salvador, Decreto no. 78, abril, 2011
- [14] Pablo Cartagena, “Eficiencia energética en los edificios de la facultad de ingeniería y arquitectura de la universidad de el salvador.” junio, 2011.

ANEXOS

Anexo 1: Tabla del Costo energético (2008 - abril 2014) de la Universidad de El Salvador

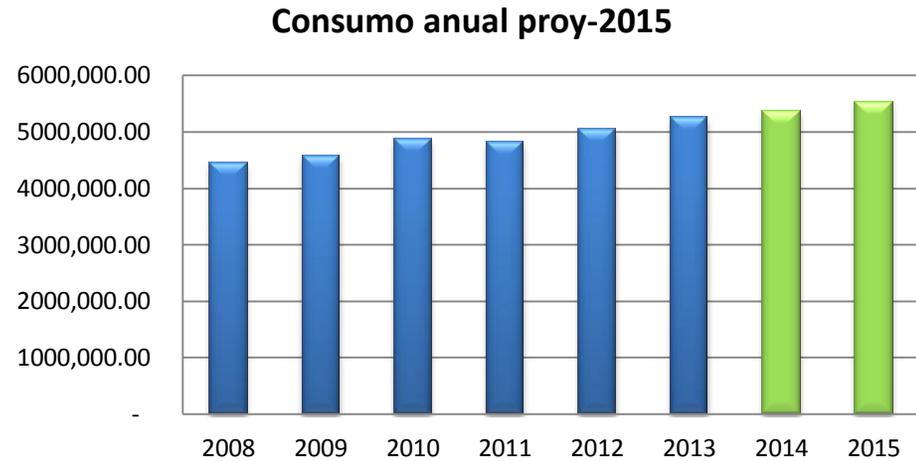
| Costo de la Energía | | | | | | | | | | | | |
|---------------------|--------------|--------------|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Año | Enero | Febrero | Marzo | Abril | Mayo | Junio | Julio | Agosto | Septiembre | Octubre | Noviembre | Diciembre |
| 2008 | \$ 32,818.56 | \$ 35,636.91 | \$ 49,141.88 | \$ 44,791.76 | \$ 56,119.37 | \$ 56,661.33 | \$ 51,246.33 | \$ 45,843.93 | \$ 61,279.19 | \$ 62,011.82 | \$ 58,831.48 | \$ 49,638.39 |
| 2009 | \$ 32,189.34 | \$ 46,279.42 | \$ 56,945.90 | \$ 67,869.35 | \$ 71,574.95 | \$ 84,129.70 | \$ 67,265.71 | \$ 65,733.37 | \$ 74,496.98 | \$ 81,906.29 | \$ 74,481.01 | \$ 71,998.42 |
| 2010 | \$ 40,814.27 | \$ 50,167.43 | \$ 53,851.45 | \$ 51,971.24 | \$ 93,189.49 | \$ 93,595.74 | \$ 86,001.83 | \$ 72,048.13 | \$ 85,879.06 | \$ 81,865.85 | \$ 76,286.18 | \$ 78,331.36 |
| 2011 | \$ 38,506.82 | \$ 53,016.52 | \$ 73,546.14 | \$ 62,302.01 | \$ 82,105.25 | \$ 98,321.93 | \$ 99,002.60 | \$ 90,515.39 | \$ 98,604.27 | \$ 105,185.72 | \$ 85,742.15 | \$ 95,294.55 |
| 2012 | \$ 50,452.72 | \$ 62,734.65 | \$ 92,057.76 | \$ 91,490.43 | \$ 89,733.98 | \$ 113,180.53 | \$ 109,962.00 | \$ 97,697.38 | \$ 101,243.89 | \$ 113,569.78 | \$ 107,640.91 | \$ 110,931.66 |
| 2013 | \$ 59,431.42 | \$ 74,752.84 | \$ 99,287.77 | \$ 98,057.26 | \$ 122,612.83 | \$ 120,156.40 | \$ 113,771.53 | \$ 92,343.68 | \$ 112,799.41 | \$ 116,845.98 | \$ 113,296.35 | \$ 114,772.63 |
| 2014 | \$ 55,084.49 | \$ 68,619.21 | \$ 99,326.58 | \$ 118,748.79 | | | | | | | | |

Anexo 2: Tabla del Consumo energético (2008 - abril 2014) de la Universidad de El Salvador

| Energía consumida en kWh | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|------------|----------|-----------|-----------|
| Año | Enero | Febrero | Marzo | Abril | Mayo | Junio | Julio | Agosto | Septiembre | Octubre | Noviembre | Diciembre |
| 2008 | 213679.6 | 285407.1 | 396818.0 | 359295.2 | 448453.2 | 438216.1 | 415560.6 | 372670.5 | 402221.3 | 420783.8 | 368421.1 | 328565.2 |
| 2009 | 203090.2 | 261812.2 | 349913.1 | 415052.1 | 386721.2 | 453887.0 | 363579.9 | 355987.0 | 398486.4 | 454173.0 | 468625.9 | 461937.6 |
| 2010 | 233476.0 | 298607.2 | 377371.0 | 316699.3 | 512280.2 | 491781.0 | 456475.2 | 375109.3 | 459002.1 | 398346.8 | 460242.4 | 491266.6 |
| 2011 | 227311.2 | 304518.6 | 442495.6 | 345925.9 | 417963.1 | 490654.0 | 494497.0 | 400792.0 | 425338.3 | 443098.4 | 372478.6 | 447367.4 |
| 2012 | 226835.4 | 285873.6 | 430218.3 | 420391.8 | 391714.1 | 492100.6 | 478158.4 | 420586.7 | 434806.9 | 493791.8 | 476237.3 | 498528.6 |
| 2013 | 229747.3 | 311043.8 | 424297.3 | 409742.6 | 524445.9 | 511316.3 | 483762.8 | 386770.3 | 474928.9 | 501414.6 | 489130.7 | 500432.9 |
| 2014 | 214977.0 | 286765.9 | 429484.7 | 523003.8 | | | | | | | | |

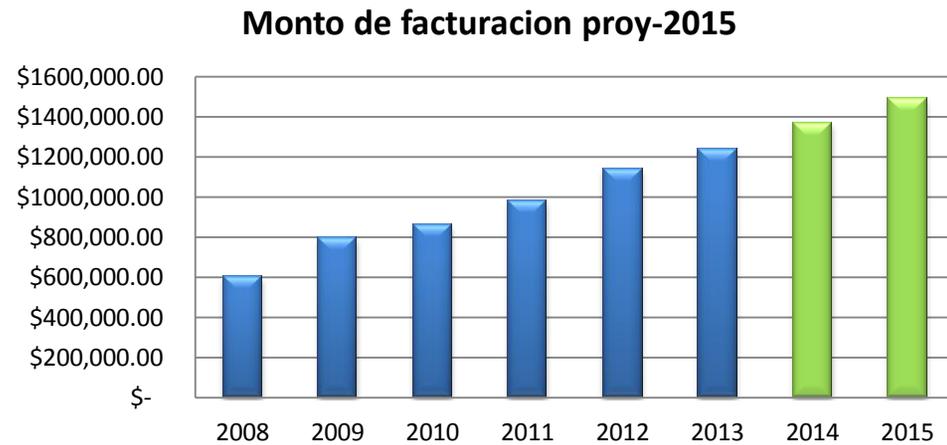
Anexo 3: Proyecciones del consumo energético 2015 de la Universidad de El Salvador

| Año | Facturación | Diferencia | % Var anual |
|------|-------------|-------------|-------------|
| 2008 | 4450,091.65 | | |
| 2009 | 4573,265.50 | 123,173.85 | 3% |
| 2010 | 4870,657.07 | 297,391.57 | 6% |
| 2011 | 4812,440.20 | (58,216.87) | -1% |
| 2012 | 5049,243.60 | 236,803.40 | 5% |
| 2013 | 5247,033.44 | 197,789.84 | 4% |
| 2014 | 5369,231.21 | 122,197.77 | 2% |
| 2015 | 5522,214.83 | 152,983.61 | 3% |



Anexo 4: Proyecciones del costo energético 2015 de la Universidad de El Salvador

| Año | Facturación | Diferencia | % var anual |
|------|-----------------|---------------|-------------|
| 2008 | \$ 604,020.95 | | |
| 2009 | \$ 794,870.44 | \$ 190,849.49 | 24% |
| 2010 | \$ 864,002.03 | \$ 69,131.59 | 8% |
| 2011 | \$ 982,143.35 | \$ 118,141.32 | 12% |
| 2012 | \$ 1,140,695.69 | \$ 158,552.34 | 14% |
| 2013 | \$ 1,238,128.10 | \$ 97,432.41 | 8% |
| 2014 | \$ 1,369,925.38 | \$ 131,797.28 | 10% |
| 2015 | \$ 1,493,529.74 | \$ 123,604.37 | 8% |



Anexo 5: Informe de la simulación realizada por hunter Douglas en energy tool

Hunter Douglas Energy and Light Tool

ESTUDIO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA

OBJETIVOS Y ALCANCES:

Este programa trabaja en base a la definición de un recinto específico (ubicación, orientación, dimensiones, materialidad, etc.).

Los valores entregados varían según la zona geográfica del proyecto a calcular.

El tipo de fachada (incluyendo o no productos Hunter Douglas de control solar) define el flujo y monto de energía (luz y calor) intercambiado entre exterior e interior del recinto.

Esto, junto al calor interior (equipos eléctricos, luces y personas) se traduce en el requerimiento energético final del recinto.

El software **Energy and Light Tool**, entrega resultados de temperatura interior y los requerimientos energéticos de un recinto para mantener la temperatura a nivel de confort.

Para ver estos resultados, dos situaciones son estudiadas:

- 1.- Cálculo Referencial: se realiza excluyendo productos de control solar.
- 2.- Cálculo Actual: se realiza incluyendo productos de control solar.

Ambos casos son comparados para obtener como resultado el ahorro energético final.

Todo esto a modo de Cálculo Referencial para guiar a nuestros clientes en la toma de decisiones correctas.

NOTA:

Los resultados y conclusiones generados por esta herramienta se basan en simulaciones y proveen al usuario sólo indicaciones comparativas y referenciales.

PROYECTO: Edificio Administrativo.

CIUDAD: San Salvador, El Salvador.

ARQUITECTO: Grupo Construmarket.

Hunter Douglas Energy and Light Tool

ESTUDIO

CARACTERÍSTICAS DEL RECINTO:

Horas de uso del recinto: 8 horas
Horas de ventilación Mecánica: 8 horas
N° de personas que utilizan el recinto: 10.

Fachada: **Oriente**

El recinto Tipo y más desfavorable tiene las siguientes dimensiones:

- Largo del Recinto (A) = 10,60 mts.
- Profundidad del Recinto (B) = 7,89 mts.
- Alto Interior Recinto (C) = 4,12 mts.
- Largo Vano Tipo (D) = 10,26 mts.
- Alto Vano Tipo (E) = 2,90 mts.

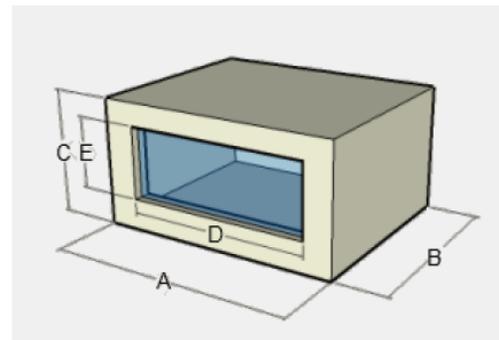
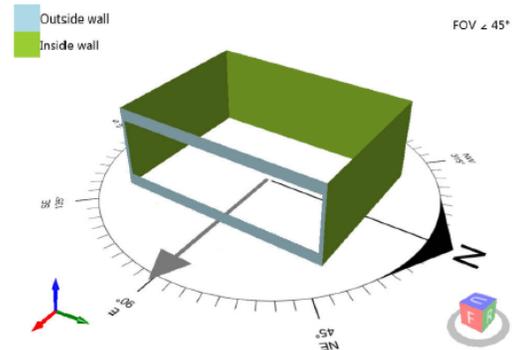
El uso de equipos de aire acondicionado busca mantener la temperatura interior de los recintos entre los promedios definidos como estándar para generar situación de confort.

SISTEMA DE CONTROL SOLAR A UTILIZAR:

Se define el sistema de control solar a utilizar para ver y limitar su comportamiento y aporte en la fachada a estudiar.

Se pueden utilizar diversos sistemas o sistemas complementarios como verticales y cenitales.

Para este estudio se definió utilizar un revestimiento Softwave25 perforado #103 (aplicación exterior con 20% de área abierta), cortasol H2 (aplicación exterior con 20% de área abierta) y cortasol SL4 (aplicación exterior con 50% de área abierta), todos los escenarios con un equipo de aire ya existente funcionando al 100% de su capacidad.

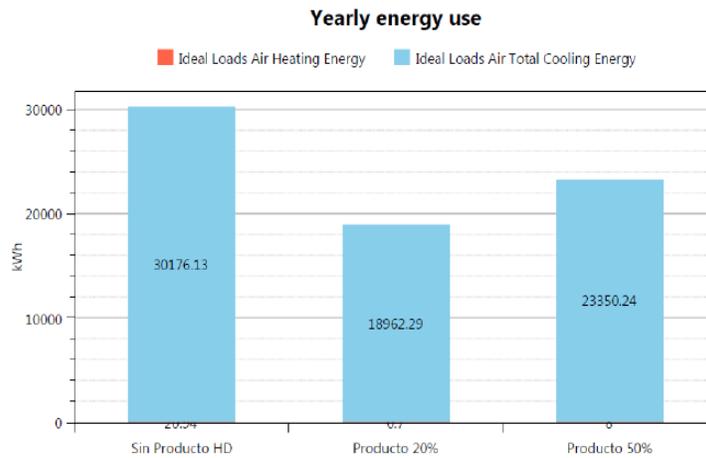


Hunter Douglas Energy and Light Tool

TOTAL DE ENERGIA UTILIZADA:

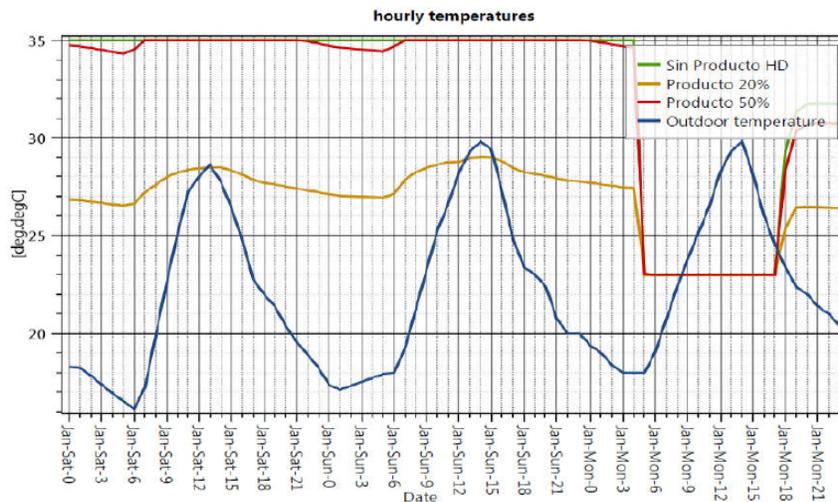
El gráfico del total de energía utilizada otorga la cantidad total de energía utilizado en ambos escenarios (cálculo referencial y cálculo actual) a lo largo de un año.

En la imagen aparecen tres gráficos, uno con el cálculo referencial o inicial sin la aplicación del sistema de control solar; el segundo, con el cálculo actual, una vez aplicado el sistema de control solar con un 20% de área abierta y el tercero una vez aplicado el sistema de control solar con un 50% de área abierta.



DIFERENCIA DE TEMPERATURAS:

El Gráfico nos muestra las diferencias de temperatura entre el escenario exterior, escenario de cálculo referencial y escenario de cálculo actual, en este caso, de los tres primeros días del año (periodo con mayores registros de altas temperaturas).



Hunter Douglas Energy and Light Tool

RESULTADOS DE AHORRO ANUALES:

Se expresa el ahorro anual en términos y costos relacionados con emisiones de CO2 según gas y electricidad, además de los costos asociados al uso de energía eléctrica y combustible.

| | Sin Producto HD | Producto 20% | Producto 50% |
|---------------------------------|-----------------|--------------|--------------|
| Cooling energy table | | | |
| Cooling Energy [kWh/yr] | 30176.1 | 18962.3 | 23350.2 |
| Cooling Energy [kWh/yr/m2] | 360.8 | 226.7 | 279.2 |
| Cooling Electricity [kWh/yr/m2] | 120.27 | 75.58 | 93.07 |
| CO2 production [Kg/yr/m2] | 69.76 | 43.83 | 53.98 |
| % | 100% | 62.8 | 77.4 |
| Heating energy table | | | |
| Total Heating Energy [kWh/yr] | 20.9 | 0.7 | 8 |
| Heating Energy [kWh/yr/m2] | 0.3 | 0 | 0.1 |
| Heating gas [kWh/yr/m2] | 0.3 | 0 | 0.1 |
| CO2 production [Kg/yr/m2] | 0.1 | 0 | 0 |
| % | 100% | 3.4 | 38.2 |

ENERGÍA REQUERIDA:

El resultado de este estudio considerando el uso de los productos Hunter Douglas mencionados en un principio se ve reflejado en el ahorro de energía para mantener un ambiente confort. El ahorro es de un 37,2% de energía total en equipos de climatización y aire acondicionado en los productos que tienen un 20% de área abierta mientras que, en los productos que tienen un 50% de área abierta, obtenemos un 22,6% de ahorro bajo el mismo concepto.

Anexo 6: Cotizaciones realizadas

Mi compañera Nelly de Valladares me comentaba Que solicitaban Información Sobre Película Solar, Solar Gard.

El Precio con installation es de \$ 55 m2 + iva y el precio installation es de \$ 47 m2 + iva.

Con respecto al ahorro energético Que Ofrece Depende mucho la posición en Donde está UBICADO el vidrio en el Que Se Solicita La película. Solaire Also Realiza ONU Estudio of this ahorro Pero tendríamos Que Hacer Una visita al Lugar. Con respecto al SHGC (solar Heat Gain Control) es de 0,33 approximately (UNA Referencia Como comparación Tiene 0.55 de SHGC)

Quedo a SUS ordenes más cualquier duda o comentario

Saludos,



CONSTRUMARKET, S.A. de C.V.
Av. Albert Einstein No 17C, Col. Lomas de San Francisco, Ant. Cuscatlan
Tel: (503) 2500-0097/0030/0031 Fax: (503) 2273-4772
www.construmarket.com.sv
email:arquitecturaconstrumarket@fratel.net

No. Cotización : 0000001543
 Vendedor : S146

| | |
|--------------------------|----------------------------------|
| FECHA: | 4 de Junio de 2014 |
| CLIENTE: | JHOAN JOSEPH ANUVIS AZUCENA |
| CONTACTO: | JHOAN JOSEPH ANUVIS AZUCENA |
| DIRECCION: | |
| TELEFONO: | |
| PROYECTO: | CORTASOL UNIVERSIDAD EL SALVADOR |
| TRABAJO OFERTADO: | SUMINISTRO E INSTALACION |
| FAX: | |

| | |
|---|--|
| MARCA: HUNTER DOUGLAS MATERIAL: LUXALON 84R COLOR: A ELEGIR PORTADOR: PERFILERIA DE ALUMINIO INSERTO: N/A AREA: 254.2552 | CARACTERISTICAS: EL MATERIAL ES IMPORTADO DE HUNTER DOUGLAS CHILE, PRE-PINTADO AL HORNO DE FABRICA. * OFERTA NO INCLUYE ESTRUCTURA DE SOPORTE ESTA DEBERA SER PROPORCIONA POR EL CLIENTE. * OFERTA REALIZADA EN BASE A DATOS PROPORCIONADOS POR EL CLIENTE, SUJETOS A REMEDICION EN EL SITIO. * OFERTA CONSIDERADA PARA HORARIOS DIURNOS EN DIAS HABILES. * OFERTA CONSIDERADA PARA ZONA DENTRO DEL AREA METROPOLITANA DE SAN SALVADOR * OFERTA NO INCLUYE SUMINISTRO NI ARMADO DE ANDAMIOS * OFERTA NO INCLUYE ESTRUCTURA METALICA. |
| ALCANCES DEL TRABAJO: OFERTA INCLUYE : MATERIALES Y MANO DE OBRA GARANTIA DE MATERIAL : 2 AÑOS GARANTIA DE INSTALACION : 6 MESES | |

| |
|--|
| CONSIDERACIONES: * LOS TERMINOS ESTIPULADOS ATRAS DE LA OFERTA, FORMAN PARTE INTEGRAL DE ESTA OFERTA. * OFERTA EN BASE A DATOS PROPORCIONADOS POL EL CLIENTE. * ESTA OFERTA NO INCLUYE ANDAMIOS, EN CASO DE REQUERIRSE, SERAN COTIZADOS POR APARTE. * NO INCLUYE NINGUN TIPO DE BOTAGUAS, CANALES Y BAJADAS. * LA ESTRUCTURA DE SOPORTE SERA PROPORCIONADA POR EL CLIENTE, CASO CONTRARIO SE DETALLARA A CONTINUACION. |
|--|

PRECIOS :

| DESCRIPCION | CANTIDAD | UNIDAD | COSTO UNIT. US\$ | TOTAL US\$ |
|---|----------|--------|------------------|--------------|
| SUMINISTRO E INSTALACION LUXALON 84R LISO | 254.25 | M2 | \$ 110.00 | \$ 27,967.50 |
| IVA 13% | 1.00 | SG | \$ 3,635.78 | \$ 3,635.78 |
| TOTAL | | | | \$ 31,603.28 |

SON : TREINTA Y UN MIL SEISCIENTOS TRES 28/100*****

COTIZACIONES EN US\$
 PRECIO INCLUYE IVA

Aislante termico prodex 5mm x1.22x38.10mts

Sku.87957

Marca : AMANCO

Modelo : 5-12238

**** Disponible**

Puedes encontrar este producto en:

| Sucursal | Disponibilidad |
|------------|----------------|
| EJERCITO | ✓ |
| VENEZUELA | ✓ |
| S.S CENTRO | ✓ |
| SONSONATE | ✓ |
| MERLIOT | ✓ |
| SAN BENITO | ✓ |

Precio : **\$ 188.00**

Cantidad / RLL

[Comprar ahora](#)