

CEER — X-105

PLAN DE IMPLANTACION DEL PROGRAMA

DE CONSERVACION DE ENERGIA

CENTRO PARA ESTUDIOS ENERGETICOS Y AMBIENTALES

UNIVERSIDAD DE PUERTO RICO

30 de junio de 1981



CENTER FOR ENERGY AND ENVIRONMENT RESEARCH
UNIVERSITY OF PUERTO RICO — U.S. DEPARTMENT OF ENERGY

PLAN DE IMPLANTACION DEL PROGRAMA
DE CONSERVACION DE ENERGIA

CENTRO PARA ESTUDIOS ENERGETICOS Y AMBIENTALES
UNIVERSIDAD DE PUERTO RICO

Aprobado por:

Dr. Juan A. Bonnet, Jr.
Director

30 de junio de 1981

TABLA DE CONTENIDO

	Página
Introducción-----	1
Propósito-----	2
Sección I - Compromiso Administrativo-----	4
Sección II - Auditoría-----	11
Sección III - Implantación de Medidas de Conservación--	15
A. Aire Acondicionado y Ventilación-----	15
B. Iluminación-----	17
C. Energía Eléctrica-----	25
Sección IV - Edificios Nuevos-----	28

PLAN DE IMPLANTACION DEL PROGRAMA
DE CONSERVACION DE ENERGIA

INTRODUCCION

La presente crisis energética es el resultado del agotamiento gradual de los abastos de petróleo, el cual es la fuente de energía más utilizada actualmente. La Isla de Puerto Rico, debido a su total dependencia energética del combustible fósil importado, es particularmente vulnerable a la dislocación mundial del mercado energético. Esto se ha traducido en una inflación en el costo de vida debido a la subida en precio del combustible trayendo consigo la presente crisis presupuestaria. En el caso específico del Centro para Estudios Energéticos y Ambientales de la Universidad de Puerto Rico, siendo una institución dedicada al estudio de fuentes alternas de energía y del medioambiente, se hace necesario que sirva de ejemplo a la comunidad llevando a cabo un plan de conservación de energía eficiente. Además al CEEA también se le ha encomendado, por el Presidente de la UPR, la tarea de coordinar los esfuerzos de conservación de energía de todo el Sistema Universitario lo cual abunda en la necesidad de que también sirvamos de ejemplo a las otras dependencias de la Institución.

Para la elaboración e implantación de este Plan, el Director Dr. Juan A. Bonnet, Jr., nombró un Comité de Implantación del Pro-

grama de Conservación de Energía compuesto por los siguientes funcionarios:

I. Río Piedras y El Verde

Dr. Carlos A. Vicéns
Sr. José A. Martínez
Sr. Santiago Gómez

II. Mayaguez y Cornelia

Dr. George Pytlinski
Dr. Juan J. González
Ing. Héctor Barceló

El Ingeniero Julio C. Muñiz actuará como Consultor de ambos comités.

PROPOSITO

El propósito de este Plan es lograr el uso más eficiente y efectivo de la energía en las facilidades físicas que componen el Centro para Estudios Energéticos y Ambientales así como también desarrollar medidas de conservación dentro del Plan de Escuelas y Hospitales del Departamento de Energía Federal.

La conservación se define como la utilización más efectiva y eficiente de la energía. Existen muchos medios disponibles para la utilización de la energía y las medidas de conservación van encaminadas a promover el uso más eficiente de la misma, mediante la utilización adecuada de los sistemas y facilidades existentes.

Para lograr este propósito sin menoscabo de la misión que tiene encomendada el CEEA se hace imperativo conocer los principios

básicos de conservación y la relación que existe entre las condiciones climatológicas y la estructura y el uso a que éstas se dedican así como también el equipo mecánico y eléctrico en ellas instaladas.

SECCION I

Compromiso Administrativo

El Centro para Estudios Energético y Ambientales está consciente de la necesidad de conservar energía debido a razones económicas, así como también para prolongar la utilización del combustible disponible en lo que nuevas fuentes energéticas son desarrolladas. La Isla de Puerto Rico depende exclusivamente del petróleo como fuente de energía y a pesar de que realizan estudios sobre el desarrollo de otras fuentes, ello tardará algún tiempo en conseguirse.

A tales efectos, el Director del CEEA ha nombrado el "Comité de Implantación del Programa de Conservación de Energía" cuya misión será la de formular, desarrollar e implantar un plan de conservación energética para el CEEA. Dicho Comité está integrado por representantes de distintas unidades del CEEA con un coordinador por cada área quienes responden al Director directamente sobre la implementación de las metas de conservación de energía y a su vez son los representantes del CEEA en el Comité de Coordinación de Energía de la Universidad de Puerto Rico.

Las funciones de los representantes del CEEA de la Universidad de Puerto Rico responderán a los siguientes objetivos generales:

1. Coordinar los esfuerzos del CEEA a tono con los del Sistema Universitario.

2. Servir de enlace entre el Director y los demás componentes del Sistema Universitario.
3. Hacer recomendaciones según sea necesario.
4. Servir de enlace entre el CEEA y la Oficina de Energía estatal.
5. Participar en reuniones periódicas del Comité de Coordinación para discutir y coordinar esfuerzos y mantener informado al Comité de Implantación.

I. Objetivos del Comité de Implantación

- A. Planificar y participar en la auditoría energética del CEEA así como en la implantación de las recomendaciones que surjan de la misma.
- B. Desarrollar formas uniformes de registro, informes y contabilidad energética a tono con las necesidades del CEEA.
- C. Estudiar, desarrollar y comunicar sugerencias sobre conservación energética que redunden en hábitos de consumo más eficientes.
- D. Establecer metas estrictas, pero viables, de conservación de energía dentro de las dependencias del CEEA.
- E. Desarrollar ideas y planes para envolver y entusiasmar a toda la comunidad del CEEA de tal forma que se logre su efectiva participación.
- F. Desarrollar actividades que estimulen el interés personal en los esfuerzos de conservación energética.
- G. Reducir al máximo el consumo de energía sin que se afecte la misión básica del CEEA mediante las siguientes acciones:
 1. Establecer una auditoría energética continuada que permita hacer los ajustes periódicos necesarios para mantener al día el plan general de conservación de energía del CEEA.

2. Comunicar periódicamente a la comunidad las acciones que sobre el plan de conservación de energía se vienen instituyendo, el interés institucional en la consecuencia de las mismas e informarles el progreso alcanzado.

II. Medidas de Conservación de Energía a Implantarse

- A. Elaborar programas de corto y largo alcance para corregir las pérdidas o deficiencias que sean identificadas mediante el inventario de los proyectos de conservación de energía, las inspecciones y las auditorías a tono con los siguientes criterios y acciones:
 1. Corrección de las pérdidas o deficiencias identificadas en la auditoría preliminar mediante reparaciones, mantenimiento o corrigiendo fallas operacionales.
 2. Economía que genera cada proyecto periódicamente (mensual, trimestral, semanal y anual).
 3. Costos de los proyectos.
 4. Méritos de la inversión de los proyectos de conservación en comparación con la economía actual y futura.
 5. Prioridad de los proyectos basados en los méritos de la inversión y la economía estimada.
 6. Canalizar los fondos necesarios a través de las autoridades pertinentes.

III. Funciones y Responsabilidades del Comité

- A. Verificar que tanto los diseños, ampliaciones y remodelaciones de edificios, así como la compra y adquisición de equipos que consumen energía, cumplan con los objetivos y medidas del plan de conservación de energía del CEEA.

B. Determinar los logros del plan

1. Analizando las gráficas y estadísticas de consumo energético.
2. Observando el impacto de las medidas de conservación de energía y planificando la implantación de otras medidas que puedan reducir aún más el consumo.
3. Sometiendo recomendaciones para corregir las causas de aumento en el consumo energético a base de los informes presentados.

VI. Normas del Comité

A. A los fines de mantener activo y vigoroso el Comité de Implantación de Conservación de Energía, se observarán las siguientes normas:

1. Llevar a cabo un mínimo de seis (6) reuniones anuales.
2. Cada miembro del Comité debe actuar como el eslabón de contacto entre el Comité y la Oficina o área que represente.
3. Revisar periódicamente para poner al día el plan de conservación energética.
4. Divulgar medidas efectivas de conservación de energía.
5. Planificar y desarrollar un programa continuo de actividades e intercambio de información con la comunidad del CEEA para mantener vivo el interés en el programa de conservación.

V. Procedimiento para la Implantación del Plan

Es indispensable el apoyo de todas las oficinas y dependencias del CEEA para desarrollar y adoptar los procedimientos

necesarios que harán viable la implantación del plan de conservación de energía.

A. Oficina del Director

1. Establecer los sistemas que aseguren o garanticen la participación activa de las diferentes unidades que integran el CEEA en la implantación del plan.
2. Utilizar los mecanismos apropiados que provean los recursos necesarios para la implantación exitosa del plan.

B. Oficinas, laboratorios y talleres

1. Establecer las medidas necesarias para implantar en cada oficina, laboratorio o taller las recomendaciones, medidas y acciones del plan de conservación de energía con la ayuda del representante designado por el Director para este Comité.
2. Establecer los mecanismos que faciliten su insumo al informe anual del Comité del CEEA a ser sometido al Presidente de la Universidad de Puerto Rico.
3. Establecer los mecanismos necesarios para que cuando no estén en uso algunas de las facilidades físicas y/o la terminación del horario regular de trabajo se apaguen o desconecten los sistemas y equipos que consumen energía eléctrica.

C. Oficina de administración

1. Llevar estadísticas sobre consumo de energía eléctrica y preparar gráficas al respecto.
2. Investigar e identificar medidas de conservación de energía para corregir las causas de posibles aumentos en el consumo energético.

3. Comparar la energía consumida con las estadísticas anteriores.
4. Someter informes periódicos al Comité sobre los logros alcanzados del plan de conservación con respecto al consumo de energía eléctrica.
5. Asesorar en la compra de sistemas y equipos que consumen energía eléctrica.
6. Llevar estadísticas de consumo de gasolina y millaje recorrido y preparar gráficas al respecto para todos los vehículos oficiales.
7. Investigar e identificar medidas de conservación de combustible y las causas posibles que resulten en aumento en el consumo del mismo.
8. Comparar combustible consumido en términos de galones por mes y millaje con las estadísticas anteriores.
9. Someter informes periódicos al Comité sobre los logros obtenidos con respecto al consumo de combustible.
10. Asesorar en la compra de vehículos de motor y otros equipos que operan mediante el consumo de combustible.

D. Area de compras y suministros

Solicitar asesoramiento de las oficinas de Administración con respecto a la adquisición o arrendamiento de equipos que consumen energía o combustible.

VI. Evaluación del Plan de Conservación

1. Revisar trimestralmente el progreso en la economía de energía eléctrica y combustible del CEEA.

2. Evaluar y revisar trimestralmente las metas establecidas originalmente.
3. Considerar trimestralmente modificaciones al plan.
4. Preparar un informe anual de progreso para someterlo al Señor Presidente de la Universidad de Puerto Rico. El informe estará terminado treinta (30) días luego de finalizado el año fiscal e incluirá un suplemento que indique claramente los beneficios y economías realizados mediante la implantación del plan.

SECCION II

Auditoría

I. Auditoría Preliminar

El primer paso para establecer un plan de conservación de energía es realizar una inspección y auditoría de todas las facilidades y recopilar datos para determinar las áreas potenciales de economías energéticas. Esta auditoría preliminar será realizada para cada edificio de la Administración Central cumplimentando la forma "Energy Audit Report" de la Oficina de Energía del Estado Libre Asociado y siguiendo las instrucciones indicadas en la forma. La misma, luego de cumplimentada, será enviada a la Oficina de Energía de Puerto Rico y copia al Centro para Estudios Energéticos y Ambientales de la Universidad de Puerto Rico.

Para propósitos de control interno se debe llenar una forma individual para cada edificio. La inspección preliminar sirve además para identificar áreas de desperdicio energético que puedan corregirse por mantenimiento y operación apropiado, tales como:

1. equipo funcionando y alumbrado encendido cuando no es necesario.
2. lámparas incandescentes que pueden substituirse por alumbrado fluorescente, el cual produce más iluminación por vatios de consumo eléctrico.

3. ventanas rotas, filtros de aire acondicionado y ventilación tupidos, pérdidas alrededor de puertas y ventanas en salones con aire acondicionado.
4. termostatos mal graduados en edificios con un sistema de aire acondicionado.
5. áreas y edificios que puedan ser desocupados haciendo uso intensivo de otros lugares. (Investigar la posibilidad de apagar el aire acondicionado, luz y ventilación en estos sitios desocupados).

Como parte del esfuerzo nacional para reducir el alto consumo de energía y su impacto económico, el Gobierno de los Estados Unidos de América, a través de su Departamento de Energía, hace disponible fondos para auditorías y mejoras energéticas a escuelas, hospitales y edificios pertenecientes a gobiernos locales (municipios) e instituciones de cuidado público. Los fondos se obtienen mediante pareo por parte de las instituciones interesadas.

El gobernador de Puerto Rico ha designado a la Oficina de Energía para administrar el programa en Puerto Rico.

Podrán beneficiarse de este programa los edificios de escuelas y hospitales e instituciones públicas y privadas sin fines de lucro y los edificios de los municipios e instituciones de cuidado público. Solamente cualifican, además, edificios o partes de edificios que posean un sistema de ventilación o acondicionamiento de aire. El programa se ha dividido en dos fases de la siguiente forma:

Fase I

A. Auditoría Energética Preliminar (AEP)

La AEP es una preauditoría para entender el rol de la energía en cada edificio de la Administración Central y ayudar a la Oficina de Energía a determinar la magnitud de nuestro problema energético e identificar los edificios que cualifican para ayuda dentro del programa.

B. Auditoría Energética (AE)

La AE es un estudio del consumo de energía de cada edificio que cualifican. La misma se lleva a cabo por ingenieros o arquitectos certificados que analizan el volumen de consumo, la naturaleza del consumo (dónde y cómo) y las formas de obtener ahorros controlando el consumo sin que se afecte la operación del edificio. La institución recibirá un informe detallado de consumo de energía y unas recomendaciones de medidas administrativas que lograrían reducir su consumo actual.

Fase II

A. Asistencia Técnica (AT)

Luego de prepararse la auditoría energética, la Oficina de Energía notificará sobre aquellos edificios que cualifican para Asistencia Técnica. Para aquellos edi-

ficios que cualifiquen se procederá a preparar planos detallados de mejoras permanentes que resultarán en ahorros energéticos adicionales. La Administración Central contratará una firma de ingenieros para realizar esta asistencia técnica.

B. Medidas de Conservación de Energía (MCE)

Esta es la etapa final del plan, donde la Administración Central contratará la construcción de los proyectos que reduzcan el consumo de energía en los edificios que cualifican.

La Administración Central aportará una parte del costo de cualquier medida de conservación de energía que se justifique y la parte restante provendrá de fondos federales.

Como no es necesario que el pareo se provea con recursos económicos de la Universidad de Puerto Rico, al hacer mejoras permanentes se tomará en consideración la utilización del personal y materiales de construcción como aportación correspondiente para el pareo de los fondos federales del programa.

SECCION III

Implantación de Medidas de Conservación

Para implantar las medidas de conservación, es necesario determinar la cantidad de energía usada por los varios subsistemas y sus componentes y conocer la relación que guardan con el edificio. La auditoría energética, según se explicó anteriormente, es imprescindible para reconocer y determinar áreas de posibles economías.

Además de la información antes mencionada, es necesario también obtener estadísticas y llevar gráficas de consumo energético y la relación que tienen con el área servida y el número de empleados que usan la misma. Se puede conservar energía reduciendo la carga de los sistemas de aire acondicionado, ventilación e iluminación cuando la ocupación disminuya aún durante períodos del día o de la semana.

A continuación se detalla un listado de opciones para economizar energía que serán utilizados en los planes particulares de cada edificio bajo la jurisdicción física de la Administración Central.

A. Aire Acondicionado y Ventilación

1. Apagar el sistema de aire acondicionado y/o ventilación durante las horas del día o de la noche en que no esté en uso. Si el sistema de aire acondicionado tarda algún tiempo en enfriar el área servida, se pondrá a funcionar el mismo algunas horas antes de que el área

se ocupe pero no se mantendrá funcionando toda la noche o durante el fin de semana.

2. Ajustar el termostato del aire acondicionado a 78°F o más, buldo seco, y la humedad relativa a 55% según lo establecido por la Proclama Presidencial Núm. 4667 "Stand-by Conservation Plan No. 2, Emergency Building Temperature Restrictions". Se puede hacer más economías ajustándolos más altos sin sacrificar la comodidad en áreas que se usan por poco tiempo.
3. Reducir la capacidad de ventilación. En lo referente a Ventilación Mécánica, el aire de ventilación debe estar de acuerdo con las Tablas que se incluyen en el Plan General de Conservación de Energía del Sistema Universitario. La Administración de Reglamentos y Permisos (ARPE) permite reducciones de hasta un treinta y tres por ciento (33%) en los requisitos mínimos de aire exterior, sujeto a que en ningún caso el aire exterior sea menos de 5 pcm por persona.
4. Reducir la infiltración en edificios con aire acondicionado manteniendo puertas cerradas y sellando puertas y ventanas para eliminar escapes.
5. Reducir carga solar

El sol es el factor más importante en la carga de enfriamiento, tanto a través del techo y paredes como en claraboyas, ventanas, puertas y paredes de cristal, en las cuales la radiación solar se transmite instantáneamente. Esta carga se puede reducir en las siguientes formas:

- a. instalando películas reflectivas en cristales de ventanas, puertas y paredes.
- b. instalando cortinas
- c. instalando persianas fijas en el contorno del edificio más susceptibles al sol.
- d. pintando el contorno del edificio de colores claros para aumentar el reflejo.
- e. aislando techos y paredes.
- f. sembrando árboles y vegetación en los alrededores.

6. Reducir la generación de calor interno, debido a:
 - a. motores
 - b. equipo eléctrico
 - c. iluminación
7. Mejorar el rendimiento de sistemas de aire acondicionado central mediante uso de sistema computarizado o mejorando el rendimiento del equipo.

También se puede mejorar el rendimiento del equipo:

 - a. eliminando pérdidas de refrigerantes
 - b. manteniendo lubricación adecuada en chumaceras engranajes.
 - c. manteniendo tensión adecuada en correas y dándoles mantenimiento.
 - d. limpiando los condensadores y evaporadores regularmente.
 - e. limpiando conductos de aire y rejillas
 - f. cotejando el buen funcionamiento de los termostatos
 - g. sellando los conductos de aire acondicionado
 - h. estableciendo un programa de mantenimiento para limpieza y reemplazo de filtros.
 - i. estableciendo programas de mantenimiento preventivo de todo el equipo mecánico y eléctrico.
8. Encender las unidades de aire acondicionado central de los edificios una hora antes de empezar las clases o jornadas de trabajo y apagarlos cuando terminen las mismas.
9. Apagar las unidades de ventana cuando no esté ocupado el local.

B. Iluminación

Un nivel de iluminación adecuada es imprescindible para

realizar una tarea eficiente y evitar accidentes. Tanto el exceso como la insuficiencia de luz afectan adversamente nuestra salud visual y evitan desempeñar el trabajo con un mínimo de esfuerzo.

En la mayoría de las oficinas se provee más iluminación de la necesaria debido a que las normas anteriores fueron hechas cuando la energía era barata y se desperdiciaba. La crisis energética ha propiciado el realizar estudios científicos y desarrollar nuevas normas de iluminación tomando en cuenta la salud visual y la eficiencia de la gente. En los Estados Unidos el 20% de la energía se usa en iluminación y Puerto Rico debe estar cerca de este porcentaje. Esta cifra es conservadora si se toma en cuenta la carga adicional que esta iluminación representa en el sistema de aire acondicionado. Por cada kilovatio de alumbrado, se necesitan 0.4 kilovatio de consumo en el sistema de aire acondicionado si ambos se usan concurrentemente.

El nivel de iluminación de un área en particular se mide en pie-bujías (foot-candles) haciendo uso de un instrumento conocido como fotómetro (foot-candles-meter). Para medir la iluminación, el fotómetro se debe colocar sobre el área de trabajo; por ejemplo sobre el escritorio o maquinilla y comparar su lectura con las tablas y normas que se detallan más adelante. Una lectura más baja que lo indicado en las tablas

significa falta de iluminación y viceversa, si la lectura es mayor hay exceso de iluminación. En ambos casos deben hacerse las correcciones correspondientes.

Las normas de la Administración de Reglamentos y Permisos (ARPE) que aplican a la iluminación en las siguientes:

<u>Area o Tarea</u>	<u>Valor Nominal, Pie-Bujías</u>
Salones de espera, salones de estar, áreas públicas, pasillos, áreas de circulación general.	10
Areas de circulación y trabajo en espacios de oficina que estén contiguas a las verdaderas áreas de trabajo. Mesas de conferencias, archivos, cafetería.	30
Trabajo normal de oficina, tales como lectura y escribir (en la tarea)	50
Trabajo de oficina prolongado visualmente dificultoso o de naturaleza crítica en la tarea	75
Niveles máximos para otras tareas	
<u>Para áreas de almacen</u>	: Iluminación promedio de 5 piés-bujías suplementado, según se requiera, con luminarias auxiliares localizadas adecuadamente.
<u>Cocinas</u>	: Iluminación no-uniforme con valor promedio de 50 piés-bujías.
<u>Cafeterías</u>	: Iluminación no-uniforme con valor promedio de 30 piés-bujías.
<u>Merenderos</u>	: Iluminación no-uniforme con valor promedio de 10 piés-bujías.

<u>Salones de Actos</u>	: Iluminación no-uniforme que esté de acuerdo con los requerimientos de las áreas de trabajo y con valor promedio de 30 piés-bujías
<u>Mesas de Conferencias</u>	: Iluminación de 30 piés-bujías, con iluminación de 10 piés-bujías en el espacio rodeante.
<u>Escritorios Secretariales</u>	: Iluminación de 50 piés-bujías con iluminación suplementaria especial para el área de la maquinilla según se requiera.
<u>Area de Archivos</u>	: Iluminación de 30 piés-bujías sobre gabinetes abiertos
<u>Salones de Computadoras</u>	: Iluminación según requerida para la tarea a trabajo, considerando que en el área de las computadoras la iluminación general deberá reducirse a 30 piés-bujías y aumentarse en aquellas áreas con tareas de naturaleza crítica, pero sin que ésto dificulte la lectura de los indicadores y pantallas
<u>Salones de Delineantes</u>	: Iluminación de 80 piés-bujías para áreas de trabajo a tiempo completo reduciendo a 60 piés-bujías para áreas de trabajo a tiempo parcial.
<u>Salones de Contabilidad</u>	: Iluminación de 80 piés-bujías en las áreas de trabajo.

Notas: (1) Esta tabla indica los niveles de iluminación recomendados para aplicarse en oficinas siempre que las áreas de trabajo estén en uso. Se deberá proveer diversidad en el control y suficientes interruptores para reducir a 30 piés-bujías en horas de poco trabajo. En aquellos casos donde se recomiendan niveles mayores de 50 piés-bujías, deberán proveerse medios de control para reducir la iluminación a niveles menores si las tareas ejecutándose así lo permiten. Es necesario que en todo momento se eviten sombras y reflejos deslumbrantes en el área de trabajo.

(2) Los niveles de iluminación mencionados arriba son valores promedios constantes (medida horizontal) a 2'-6" sobre el piso.

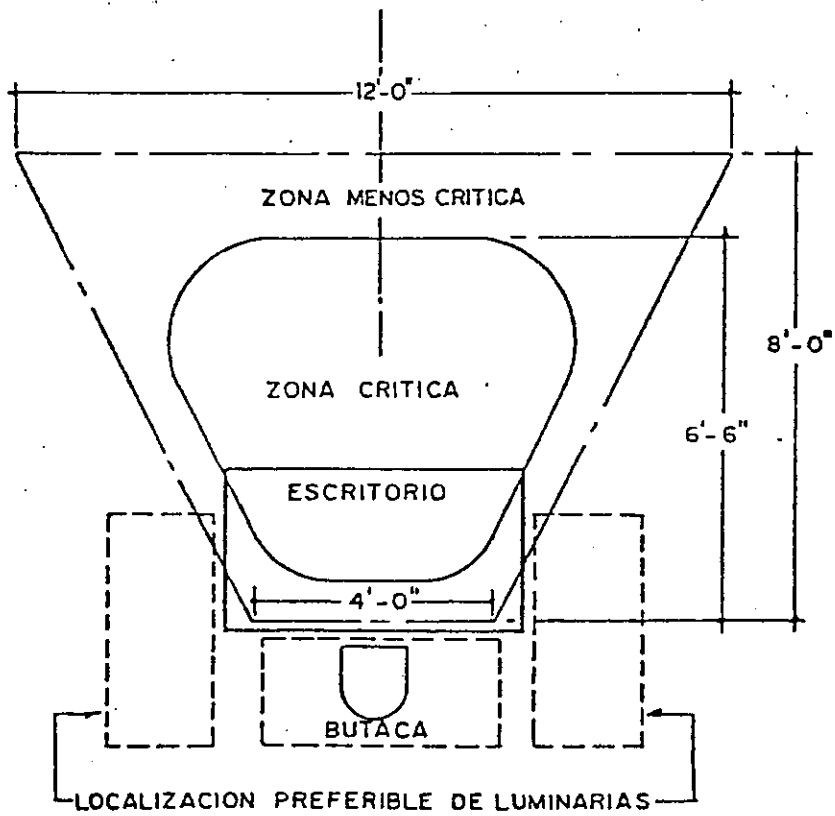
Dificultad Relativa de Faenas Visuales para Tareas Visuales en Oficinas

Descripción	Valor Relativo de Dificultad Visual
Objetivo color negro en áreas blanca rodeante	1.0
Material escrito, tipo "8 point" o mayor	2.0
Original hecho a maquinilla	2.0
Escrito a tinta	3.0
Periódicos y Revistas	4.0
Notas taquigráficas en tinta	4.0
Escrito con lápiz Núm. 2	5.0
Notas taquigráficas, lápiz Núm. 2	6.0
Copia clara, máquina de copiar	7.0
Trabajo de contabilidad	8.0
Trabajo de delineante	8.0
Directorio Telefónico	12.0
Copias carbón, quinta copia	15.0

Notas: (1) Esta tabla se utiliza para determinar el grado de dificultad visual en tareas de oficina. La misma está fundamentada en que la dificultad visual en el trabajo de oficinas es función de las características intrínsecas de las tareas así como de las del sistema de alumbrado y del largo de tiempo para completar la tarea.

(2) Para usar esta tabla, multiplíquese el valor de dificultad visual por el número de horas (incluyendo fracciones de hora) diarias que se ejecuta la tarea en un área de trabajo por persona. Súmense los productos en casos de más de una persona en el área de trabajo. Si ésta suma mayor de 40.0, provéanse 75 piés-bujías en el área de trabajo; si la suma excede 60.0 proveáanse 100 piés-bujías. Multiplíquese el factor de dificultad por 1.5 si la persona es mayor de 50 años o si tiene problemas con la vista.

Guía para arreglos de alumbrado no-uniforme de oficinas con luminarias de iluminación directa.



Notas para la figura:

(1) Determinése la superficie o área de la tarea o trabajo y las necesidades de iluminación del área de trabajo y las necesidades de iluminación del área de trabajo. Los escritorios, credenzas, mesas de trabajo, gabinetes, y otros conllevan tareas diferentes y es necesario determinar su dificultad, el plano donde se realiza la tarea y la probabilidad de reflejos deslumbrantes.

(2) Hasta donde sea posible, considerando el tipo de soporte o instalación de las luminarias, éstas deberán localizarse lo más directamente posible sobre el área de trabajo, pero sin que se creen reflejos deslumbrantes molestos.

(3) La figura define áreas críticas y áreas menos críticas para una altura al techo de 9'-0". En ella se indica el área trapezoidal de techo donde no deben localizarse luminarias para evitar problemas con reflejos deslumbrantes.

Si las luminarias se localizan fuera de la zona crítica, el factor de efectividad (LEF) será 1.0 o mayor. Si las luminarias penetran los bordes de esta área, el factor será 0.8 a 0.9, pero si las luminarias invaden la zona, especialmente cerca del escritorio, este factor puede ser tan bajo como 0.4. Es obvio que más iluminación y con mayor efectividad se proyectará en la tarea o área de trabajo si se obtiene un valor alto de LEF. Deben tomarse preocupaciones para dejar libre de luminarias la zona crítica.

(4) La meta a conseguirse debe siempre ser que las luminarias se localicen cercanas pero fuera del perímetro del escritorio evitando, entodo lo posible, que queden localizadas en las zonas críticas o menos críticas de áreas de trabajo adyacentes.

A continuación se presentan algunas guías de conservación de energía relativas a la iluminación:

1. Si una tarea con requisitos críticos de iluminación tales como mesa de dibujo, maquinillas, escritorios, está en medio de un área de trabajo con requisitos menos críticos

proporcione un nivel menor de iluminación para el área general e iluminación suplementaria (lámparas de escritorio) para subir la claridad en el área crítica. Usar lámparas fluorescentes como iluminación suplementaria en vez de bombillas incandescentes. Los niveles de iluminación se pueden determinar mediante el uso de fotómetros portátiles. Las medidas deben hacerse en muchos puntos representativos entre las iluminarias. Debe excluirse la luz solar para determinar el nivel de iluminación sin la contribución de ésta.

2. Apagar el alumbrado cuando las áreas de trabajo no estén en uso.
3. Reemplazar lámparas incandescentes, las cuales tienen una eficiencia baja (5%) y producen mucho calor, con lámparas fluorescentes las cuales son más eficientes, y consumen menos electricidad para la misma iluminación y además disminuyen la carga del sistema de aire acondicionado.
4. Eliminar lámparas que no son necesarias. Cuando remueva lámparas fluorescentes, también debe remover el balasto (ballast), si se deja conectado continúa consumiendo electricidad.
5. Usar luz solar cuando sea posible.
6. Instalar controles individuales en cada oficina, salón, etc.
7. Pintar las paredes interiores con colores claros para reducir la iluminación artificial.
8. Limpiar las lámparas periódicamente.
9. Substituir el balasto cuando se dañe por uno de mayor eficiencia.
10. Substituir lámparas de alumbrado con unas de mayor eficiencia.

a. sodio de baja presión	183 lumens/vatio
b. sodio de alta presión	105-120 lumens/vatio
c. Haluros metálicos (metal Halides)	85-100 lumens/vatio
d. fluorescente	67-91 lumens/vatio
e. vapor de mercurio	56-63 lumens/vatio
f. incandescente	17-22 lumens/vatio

C. Energía Eléctrica

Los edificios consumen energía eléctrica para casi todos sus servicios, tales como aire acondicionado, alumbrado, agua caliente, ascensores, maquinarias de oficina, bombeo de agua, etc. La mayoría de estos edificios fueron diseñados y construídos cuando el combustible y por ende la energía eléctrica eran baratos. Las estructuras y los sistemas eléctricos, ventilación y aire acondicionado fueron diseñados para disminuir los costos iniciales y no se tomaron en consideración los costos de operación. Debido al deterioro normal y al uso, estos sistemas consumen cada año mayor cantidad de energía.

La facturación por energía eléctrica además del consumo útil medido en kw-hr en el metro de la Autoridad de Energía Eléctrica, depende de:

1. Demanda del sistema eléctrico
2. Pérdidas de potencia en transformación y distribución de la electricidad.
3. Características del servicio eléctrico y sistema de distribución.

Las pérdidas de potencia eléctrica se deben evitar para eliminar el consumo eléctrico y economizar en su costo.

A continuación una lista de áreas donde se pueden realizar economías sin tomar en consideración el alumbrado y el sistema de ventilación y aire acondicionado, los cuales ya fueron mencionados anteriormente:

1. Reducir el consumo de energía en ascensores. El consumo eléctrico de los ascensores depende de la altura del edificio, paradas, capacidad de pasajeros y porcentaje de uso. Donde hay más de un elevador se debe estudiar la posibilidad de reducir el uso de algunos de ellos, dependiendo de la demanda. El ascensor que no esté en uso se debe desconectar durante las noches, días feriados y en horas de poco uso.
2. Reducir el consumo de energía en equipos y máquinas apagándolos cuando no se estén usando. Las oficinistas deben apagar las maquinillas y calculadoras, copadoras, etc. cuando no estén en uso.
3. Reducir el pico de carga. Las tarifas de la Autoridad de Energía Eléctrica se basan no solamente en el consumo total en kw, sino también en la demanda máxima - lo cual puede ocurrir sólo en algunas horas, una o dos veces al año, pero sin embargo aumenta los cargos por demanda para todo el mes. Debido a esto es necesario reducir los picos de demanda. Las reducciones en los picos se pueden llevar a cabo manual o automáticamente, estableciéndose prioridades de uso al equipo eléctrico en el edificio.
4. Reducir pérdidas en transformadores. Los transformadores que sirven para reducir los voltajes de transmisión y distribución de voltaje de operación de los equipos tienen pérdida sin carga y con carga.

Desconectar la subestación principal y usar una subestación auxiliar más pequeña cuando el consumo así lo justifique puede ser una alternativa económica teniendo cuidado que no se afecten alarmas de incendio, equipo de seguridad, relojes, etc.

Al comprar transformadores nuevos deben evaluarse las pérdidas y proyectarse durante la vida del mismo (25 años) como un factor importante del análisis de costo.

5. Mejorar la eficiencia de los motores. Debido a que los criterios usados anteriormente para seleccionar motores eran conservadores, puede que los mismos tengan mayor capacidad que las requeridas actualmente. También las medidas de conservación de energía puede que haya disminuido las cargas y para sistemas de ventilación y aire acondicionado se justifiquen motores más pequeños cuando sea necesario reemplazarlos. Mida el consumo de

energía del motor y compárelo con la capacidad nominal para determinar el factor de carga. Si es menor del 50% considere uno de menos capacidad en la oportunidad que se presente de cambiarlo.

6. Mejorar el factor de potencia. Un factor de potencia bajo aumenta las pérdidas en los sistemas eléctricos de distribución y en la utilización del equipo eléctrico, tales como motores y transformadores. Mientras menor sea el factor de potencia menor es la eficiencia del sistema eléctrico y mayor el costo de la electricidad. Hay varias razones que hacen costoso tener un factor de potencia bajo, entre ellas:
 - a. El factor potencia bajo aumenta el costo con que la Autoridad de Energía Eléctrica suple la energía eléctrica debido a mayores pérdidas en el sistema de transmisión y distribución eléctrica. La cláusula de ajuste de combustible toma esto en consideración.
 - b. El factor de potencia bajo causa sobrecarga en las líneas eléctricas y el equipo. La pérdida de voltaje es mayor y trae como consecuencia más pérdidas y más deterioro del equipo.
 - c. El factor de potencia reduce la capacidad del sistema eléctrico para transmitir energía.

Hay varios aparatos disponibles para corregir el factor de potencia siendo más comunes los capacitores que son los más baratos, tanto en el costo original del equipo como el de instalación. Se pueden instalar en cualquier punto del sistema eléctrico.

SECCION IV

Edificios Nuevos

La mayor manera de conservar energía en las nuevas edificaciones es evitando su construcción. La construcción de un edificio conlleva consumo de energía en la elaboración de los materiales, tales como cemento, piedra, cristales, acero, etc., luego en la construcción del mismo y más tarde en proveer el ambiente a los ocupantes mediante el uso de facilidades, tales como ventilación, aire acondicionado, agua, luz, etc. Esta es una forma dramática de alentarlos a la necesidad de planear y optimizar el uso de la planta física existente antes de decidir la justificación de construir nuevos edificios o ampliaciones a los existentes.

Sin embargo cuando existe la necesidad de un nuevo edificio o facilidad se deben tomar todas las medidas para que sean económicos desde el punto de vista energético. La mejor forma de hacer ésto es durante la etapa de planificación y diseño.

La planificación y el diseño de nuevas facilidades dependen de una serie de factores, algunos de los cuales están fuera de nuestro control y afectan el producto final, por ejemplo:

1. Uso que se le dará a la facilidad.
2. Solar donde se va a construir y su orientación con respecto al sol y el viento.
3. Presupuesto
4. Tecnología disponible
5. Condiciones climatológicas

Es muy común ver en Puerto Rico edificios que no se adaptan a las condiciones climatológicas y ambientales existentes en nuestra Isla. Estos edificios consumen grandes cantidades de energía y no usan las corrientes naturales de aire y la iluminación solar para su propio beneficio. La planificación y el diseño de nuevos edificios debe dar paso a un nuevo regionalismo en su concepción.

I. Clima

- A. La carga solar es el factor predominante en la carga térmica en los diseños de los sistemas de aire acondicionado y ventilación, así como también de iluminación. El diseño debe tomar en consideración la carga solar con respecto a las diferentes fachadas posibles, formas del edificio y su orientación. Se debe optimizar el uso de las sombras para disminuir la carga solar a la vez aprovechando la iluminación que provee. La luz solar también se puede aprovechar usando celdas solares para calentar agua y posiblemente en el futuro enfriar el aire.

Se deben usar colores claros para pintar el envolvente del edificio aumentando el reflejo y disminuyendo la carga solar.

- B. Las corrientes naturales del aire se pueden utilizar para refrescar el edificio y disminuir el consumo energético de los sistemas de ventilación y aire acondicionado.

La orientación de las fachadas y del techo tiene un gran efecto en el consumo de energía. Un techo inclinado hacia el sur está sujeto a más carga solar que uno inclinado hacia el norte o aún al este u oeste. Donde el solar permita alternativas en la orientación se deben analizar las ventajas o desventajas en el consumo de energía.

II. Configuración

La configuración de un edificio, la orientación y el envolvente determinan en gran medida la cantidad de energía usada. En casos en que se pueda economizar energía usando la iluminación natural, el perímetro del edificio debe aumentarse y el espacio interior disminuirse proporcionalmente, usando diferentes fachadas, atrios, claraboyas, patios interiores, etc.

Un edificio esférico o circular tiene menos superficie expuesta al sol y por lo tanto tiene menos ganancia calorífica para una misma área de piso. Un edificio cuadrado tiene menos superficie que uno rectangular para la misma área del piso y por lo tanto tiene menos ganancia calorífica debido al sol.

Sin embargo, el número de pisos modifica esta relación. Un edificio alto tiene proporcionalmente menos área de techo, sin embargo está sujeto a mayores velocidades del viento y tiene menos protección de la vegetación y de edificios cercanos contra la carga del sol. También requiere mayor consumo eléctrico en elevadores y conductos de ventilación más largos.

Edificios bajos tienen mayor área de techo en proporción al área de pared por lo que hay que prestar atención especial a las características termales del techo.

III. Planos del edificio

Los planos del edificio responden a unas necesidades en que se han tomado en cuenta los problemas funcionales. Un estudio en que se tome en cuenta el consumo de energía seguramente revelará oportunidades de cambiar el diseño para incorporar la conservación de energía.

Agrupando espacios con requisitos similares pueden disminuir la complejidad de los sistemas eléctricos y mecánicos.

Localizar los servicios sanitarios en un área y en el mismo sitio en todos los pisos simplifica la ventilación y la instalación de plomería y también facilita la instalación de filtros. Areas que generan calor, tales como maquinarias, calentadores, etc. deben estar localizados en el exterior o en áreas adyacentes a paredes exteriores que facilitan la ventilación natural.

Edificios con mayor altura entre pisos requieren más materiales y son más costosos durante la construcción, sin embargo, pueden resultar en economías en el diseño y operación de los equipos mecánicos. Por ejemplo, los conductos de ventilación pueden ser de una sección más propicia permitiendo el movimiento de más volumen de aire con menos pérdida.

Reducir el número de puertas de entradas y salidas reduce el consumo de energía por infiltración, se aumenta

el área utilizada y requiere menos gastos en alumbrado y seguridad.

El solar en el cual va a estar enclavado el edificio puede influenciar la cantidad y la duración de la luz natural y la ventilación por lo que su localización en relación con estructuras existentes y la vegetación y topografía se debe optimizar.

El solar también influye en la dirección del eje del edificio y en que los efectos más adversos del sol y el viento se hagan sentir. En este caso, el diseño del envolvente debe contrarrestar los efectos negativos de un clima hostil.

El envolvente del edificio, paredes, ventanas, puertas, techos, pisos están sujetos a variaciones del clima en cualquiera de sus orientaciones. La clase de envolvente determina la carga del sistema de ventilación y aire acondicionado para mantener un clima confortable. Las propiedades térmicas del envolvente son determinadas por los materiales usados en su construcción, resistencia térmica, superficie exterior y su color y textura, y se deben tomar en consideración durante la planificación del edificio. Controles de sombra son más efectivos cuando se usan en el exterior y deben diseñarse específicamente para cada fachada.

En el diseño de los sistemas mecánicos de los edificios

se deben tomar en consideración la flexibilidad en su operación. No se debe permitir que para usar una oficina se requiera la operación de un sistema central de aire acondicionado, el cual fue diseñado para enfriar todo un edificio. También los circuitos eléctricos de iluminación deben permitir la mayor flexibilidad para un uso optimizado.