



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

**ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
CAMPUS ARAGÓN**

**“SISTEMAS AHORRADORES DE ENERGÍA
ELÉCTRICA EN LA EMPRESA TELAS ESPECIALES DE
MÉXICO, S.A. DE C.V.”**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
INGENIERO MECÁNICO ELÉCTRICO**

“ÁREA INDUSTRIAL”

P R E S E N T A:

RUBÉN DARÍO CRUZ BALTAZAR

**ASESOR:
ING. ADRIÁN PAREDES ROMERO**

MÉXICO, D.F.

2005

m. 344355



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Gracias:

A mis Padres:

Por su apoyo, cariño y confianza.
Ya que gracias a ellos he podido
llegar hasta aquí.
Por esto y muchas cosas más
les ofrezco mi más profundo
agradecimiento.

A mis hermanos:

Por su ayuda, cariño y por
todos los momentos felices
que me han brindado.

Ing. Adrián Paredes Romero e integrantes del jurado por
asesorarme en la elaboración de la tesis.

CAPITULADOS.

INTRODUCCIÓN.

PRINCIPIOS TEÓRICOS DE ALUMBRADO.

CAPÍTULO I.- SISTEMAS EFICIENTES DE ILUMINACIÓN.

- 1.1 ANÁLISIS HISTÓRICO DE LA ILUMINACIÓN ARTIFICIAL.
- 1.2 LUMINARIOS FLUORESCENTES DE ALTA EFICIENCIA.
- 1.3 REFLECTOR ESPECULAR DE ALUMINIO.
 - 1.3.1 REFLECTOR DE RECONVERSIÓN ESPECULAR.
- 1.4 BALASTROS ELECTRÓNICOS.
 - 1.4.1 BALASTROS ELECTROMAGNÉTICOS DE ALTA EFICIENCIA.
- 1.5 LÁMPARAS FLUORESCENTES LINEALES TIPO T-8.
 - 1.5.1 LÁMPARAS FLUORESCENTES AHORRADORAS DE ENERGÍA ELÉCTRICA.
 - 1.5.2 LÁMPARAS FLUORESCENTES COMPACTAS DE ALTA EFICIENCIA.
 - 1.5.3 LÁMPARAS HALÓGENO-CUARZO.
- 1.6 EQUIVALENCIAS ENTRE LÁMPARAS.
- 1.7 CONTROLES
 - 1.7.1 SENSORES DE PRESENCIA
 - 1.7.2 FOTOCELDAS
 - 1.7.3 RELOJES

CAPÍTULO II.- VENTAJAS DEL USO EFICIENTE Y AHORRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA.

- 2.1 BENEFICIOS PARA EL USUARIO.
- 2.2 APOYOS QUE OFRECE EL FIDEICOMISO PARA EL AHORRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA (FIDE).
- 2.3 FINANCIAMIENTOS QUE OTORGA EL FIDE.

CAPÍTULO III.- DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO.

- 3.1 OBJETIVOS.
- 3.2 ALCANCES.
- 3.3 METODOLOGÍA.
 - 3.3.1 PROCEDIMIENTO.
 - 3.3.2 LEVANTAMIENTO DE DATOS.
- 3.4 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN.
 - 3.4.1 ANÁLISIS DE LA MEDICIÓN ELÉCTRICA.
 - 3.4.2 ANÁLISIS DEL EQUIPO DE ALUMBRADO.
 - 3.4.3 ANÁLISIS ECONÓMICO.
- 3.5 INFORMACIÓN GENERAL DEL INMUEBLE.
 - 3.5.1 MEDICIONES ELÉCTRICAS.
 - 3.5.2 CARGA DE CONTACTOS.
 - 3.5.3 SISTEMAS ACTUALES DE ILUMINACIÓN.

CAPÍTULO IV.- INGENIERÍA ECONÓMICA DEL PROYECTO.

4.1 ESTUDIO DE NIVELES DE ILUMINACIÓN ACTUAL Y PROPUESTO.

4.2 RESUMEN DEL SISTEMA ACTUAL.

4.3 ESTUDIO ECONÓMICO Y AMORTIZACIÓN DEL PROYECTO.

4.4 COTIZACIÓN DEL SISTEMA PROPUESTO.

4.5 RESUMEN DEL SISTEMA PROPUESTO.

ANEXOS

CONCLUSIONES

BIBLIOGRAFIA

INTRODUCCIÓN.

El crecimiento desmedido de la población, una mala planificación en el consumo y aprovechamiento de nuestros recursos naturales ha provocado que dichos recursos se estén agotando, incluyendo a los combustibles fósiles, los cuales son fuentes de energía natural no renovable y que son los principalmente utilizados para producir energía eléctrica también se estén extinguiendo.

La crisis petrolera a principios de los 70's se dio como resultado del uso indiscriminado de este recurso, tanto industrial como para la generación de energía eléctrica, creando con esto además cantidades considerables de contaminantes, lo que ocasiono no solo una crisis energética, sino además ecológica. Además de que los costos energéticos han sufrido un gran incremento, lo cual es el reflejo de la situación económica que atraviesa nuestro país afectando a todos los sectores. Tal situación ha provocado que el hombre se vea en la necesidad de desarrollar nuevas técnicas y tecnologías que garanticen un uso racional y eficiente de la energía eléctrica.

Optar por la generación hidroeléctrica, libre de contaminantes que no requiere el uso de hidrocarburos esta fuera del alcance gubernamental, ya que la inversión necesaria para su construcción se ve restringida entre otras causas por razones del tipo social tales como: vivienda, servicios médicos, escuelas, carreteras, etc., por lo que el gobierno con el fin de solventar estas necesidades establece planes y programas de ahorro de energía, crea comisiones y fideicomisos que en coordinación con dependencias educativas y asociaciones de profesionales en aplicación energética, se han dado a la tarea de implementar programas de investigación, desarrollar planes y programas y adoptar nuevas tecnologías de vanguardia, debidamente orientadas al uso racional de energía.

En vista de la imperiosa necesidad de generar energía eléctrica, demandada por la población en general, hace necesario que tanto las compañías suministradoras como los usuarios finales adquieran hábitos y cultura sobre el uso eficiente de la energía, los primeros optimizando sus sistemas de producción y distribución, y lo segundos empleando equipos con alta eficiencia comprobada.

Uno de los graves problemas que tiene el hombre en el mediano plazo es que de acuerdo con las tendencias actuales de consumo y con las reservas probadas de hidrocarburos, nuestro país puede correr el riesgo de dejar de ser exportador de estos energéticos en poco tiempo, para convertirse en importador de dichos hidrocarburos.

PRINCIPIOS TEÓRICOS DE ALUMBRADO.

FLUJO LUMINOSO: Es la cantidad de luz emitida por una fuente luminosa en la unidad de tiempo (segundo), la unidad de medida del flujo luminoso es el "lumen", Se denota por la letra griega Φ .

Si se considera que la fuente de iluminación es una lámpara, una parte del flujo luminoso la absorbe el propio aparato de iluminación, también se debe hacer notar que el flujo luminoso no se distribuye en forma uniforme en todas direcciones y que disminuye si sobre la lámpara se depositan polvo u otras sustancias.

ILUMINACIÓN: Se define como el flujo luminoso por unidad de superficie se designa con el símbolo E y se mide en LUX.

$$\text{LUX} = \frac{\text{LUMEN}}{\text{m}^2}$$

$$E = \frac{\text{Flujo Luminoso}}{\text{Unidad de superficie}} = \frac{\Phi}{S}$$

INTENSIDAD LUMINOSA: Es una cantidad fotométrica de referencia. La unidad relativa de medición es la candela (cd), cuyo patrón es una superficie de 1.66 mm² de platino, llevada a la temperatura de fusión que es 1769° C (2042° K).

LUMINANCIA O BRILLANTES: Es la intensidad luminosa emitida en una dirección determinada por una superficie luminosa o iluminada (fuente secundaria de luz), el efecto sobre el ojo humano se usa la letra L y se mide en candelas/m² o cd/cm².

Algunos valores de iluminación de fuentes luminosas son:

FUENTE LUMINOSA	cd/cm ²
Lámparas fluorescentes	0.5 - 4
Lámparas incandescentes	100 - 200
Lámparas de arco	Hasta 50,000
El sol	150,000

EFICIENCIA LUMINOSA: Se define como eficiencia de una fuente luminosa a la relación entre el flujo expresado en lumen emitido por una fuente luminosa y la potencia absorbida por una lámpara se expresa en **Lumen/Watt**.

POTENCIA NOMINAL: Condiciona el flujo luminoso y la dimensión de la instalación desde el punto de vista eléctrico (sección del conductor, dispositivos de protección, etc.)

DEFINICIONES BÁSICAS.

Balastro electrónico de alta frecuencia: Dispositivo limitador de corriente que controla los parámetros que hacen posible la operación de una lámpara fluorescente a una frecuencia de 20 - 30 kHz.

Factor de Balastro (BF): Relación de la luz salida de una lámpara de referencia operada con balastro bajo prueba, con respecto a la luz de salida de la misma lámpara de referencia operada con un balastro de referencia de 60 Hz. Capacidad del balastro para producir el flujo luminoso especificado de una lámpara fluorescente.

Factor de eficiencia del balastro (BEF): Relación del factor de balastro (BF) con respecto a la línea del balastro.

Flicker: Variación del flujo de salida de la lámpara debido a la variación cíclica de la frecuencia de la corriente alterna (AC).

Factor de Cresta: Valor pico de la corriente de lámpara con respecto al promedio del valor de la corriente eficaz-rms (root means square). Un factor de cresta menor a 1.7 se traduce a una mayor vida de lámpara, corrientes con factores de cresta muy grandes pueden acortar la vida de éstas.

Distorsión armónica Total (THD): Múltiplos de la frecuencia fundamental (60Hz.) que distorsionan la forma de onda de la corriente alterna (AC), también se le conoce como la distorsión de la onda senoidal en los sistemas de corriente alterna (AC), la cual es causada por ondas de orden más alto sobrepuestas a la frecuencia del sistema (60Hz).

Factor de potencia (FP): Relación de la potencia real (watts) con respecto a la potencia aparente (Volt-Amperes). Medida de la diferencia de fase entre el voltaje y la corriente en los circuitos de corriente alterna (AC).

Interferencia Electromagnética (EMI): Distorsión eléctrica que es creada por cierto tipo de equipos eléctricos y/o electrónicos que puede ser conducida a otros equipos a través de otras líneas de alimentación.

Frecuencia: Número de ciclos por segundo, entendiendo por ciclo (360°) al periodo en el cual la corriente alterna cambia de polaridad. El Hertz (HZ.) es la unidad de frecuencia.

TIPOS DE LÁMPARAS.

LÁMPARAS INCANDESCENTES CONVENCIONALES: El principio de su funcionamiento se basa en que un filamento de tungsteno de espiral simple o doble, se lleva hasta la incandescencia con el paso de la corriente eléctrica.

Con el objeto de que no se queme el filamento, se encierra en una ampollita o bulbo de vidrio dentro del cual se hace el vacío o se introduce un gas inerte (argón, criptón, etc.). Se hace el vacío en las lámparas de potencia pequeñas, en tanto que el uso del gas inerte se hace en las lámparas de mediana y gran potencia. Se estima que una lámpara incandescente operando a su voltaje nominal tiene una vida media de alrededor de 1000 horas, se fabrican en rangos de 25 hasta 1000 watts, su característica principal es su facilidad de utilización y bajo costo, ya que no requiere de ningún aparato auxiliar.

La eficiencia de las lámparas incandescentes normales es baja en comparación con los otros tipos de lámparas, y aumenta cuando aumenta la potencia de la lámpara. El campo de empleo de las lámparas incandescentes se encuentra principalmente en el alumbrado en general y localizada en interiores. Para lámparas normales, se emplean de 75 a 150 watts, con alturas no superiores a 3.0 m.

Las ventajas de estas lámparas son:

- Bajo costo.
- Fácil funcionamiento e instalación.
- No necesita equipos auxiliares.
- Apagado y encendido instantáneo.
- Gran gama de potencias y tensiones de alimentación.

Desventajas:

- Baja eficiencia luminosa, que reduce su campo de aplicación principalmente cuando se desean altos niveles de iluminación.
- Poca duración.
- Muchas pérdidas de energía eléctrica, reflejadas en la disipación de calor.

LÁMPARAS FLUORESCENTES: Son aquellas que producen luz debido a que existe una descarga eléctrica que excita al gas (vapor de mercurio y un poco de argón) contenido en el tubo generando una radiación sobre todo en el campo de luz ultravioleta tales radiaciones se dirigen hacia la sustancia fluorescente en las paredes internas del tubo y se transforma en energía luminosa visible.

Ventajas:

- Gran adaptabilidad para interiores
- Alta eficiencia luminosa
- Pocas pérdidas por calor
- Excelente rendimiento de color
- Rápido encendido y reencendido
- Gran variedad de lámparas y luminarios

LÁMPARAS DE CÁTODO CALIENTE: Son en general de la misma potencia eléctrica que las fluorescentes, pero son más cortas y de mayor diámetro y tienen una eficiencia más alta.

LÁMPARAS DE CÁTODO FRÍO: Son más delgadas y pueden adoptar una gran variedad de formas, duran más que las lámparas de cátodo caliente. Sirven para aplicaciones en anuncios luminosos.

Las lámparas con encendido instantáneo son de dos tipos:

CON PRECALENTAMIENTO DE LOS ELECTRODOS: Estas lámparas tienen un dispositivo externo denominado "arrancador rápido" (absorben una potencia mayor que la de las lámparas con arrancador). El flujo luminoso de estas lámparas es igual al de las lámparas con arrancador en el inicio, pero la eficiencia es menor a causa de las pérdidas mayores en el alimentador.

SIN PRECALENTAMIENTO DE LOS ELECTRODOS: Con reactores especiales que absorben una potencia aún mayor que aquella de las lámparas de arranque rápido. El flujo luminoso es igual que en los casos anteriores, pero la eficiencia es más baja a causa de las pérdidas en los alimentadores.

El campo de empleo de las lámparas fluorescentes, se encuentra principalmente en la iluminación de oficinas, negocios e industrias, así como algunas aplicaciones especiales en hoteles, centros comerciales, etc.

Las lámparas fluorescentes, tienen algunas ventajas, como por ejemplo una buena eficiencia luminosa (de 4 a 6 veces lo que tienen las lámparas incandescentes), por lo que es menor el costo de operación de las mismas. También tienen una baja luminancia (de 0.3 a 1.3 candelas/cm²), con lo que se reduce el problema de deslumbramiento.

Presentan la desventaja de que requieren de elementos auxiliares para el encendido (alimentador o reactor y arrancador), requieren de mayor espacio para su instalación, por lo que su costo puede ser de 10 a 15 veces mayor.

CAPÍTULO 1.

SISTEMAS DE ILUMINACIÓN.

1.1 ANÁLISIS HISTORICO DE LA ILUMINACIÓN ARIFICIAL.

Desde su aparición el hombre se ha preocupado por tratar de mejorar el entorno que lo rodea, y uno de los factores que lo conforman es el de la iluminación artificial el cual ha tenido que pasar por un proceso de evolución. Para observar mejor dicho proceso, se describe brevemente a continuación la historia de la iluminación artificial desde su origen hasta la actualidad.

AÑO	DESCRIPCIÓN.
1879	Lámpara incandescente con filamento de carbono, creada por Thomas Alva Edison.
1910	Lámpara con filamento de tungsteno (Incandescente)
1930	Lámpara de vapor de mercurio a alta presión
1932	Lámpara de vapor de sodio a baja presión
1937	Lámpara fluorescente
1938	Lámpara de luz mixta (incandescencia mas luminiscencia)
1960	Lámpara incandescente de halógeno
1964	Lámpara de vapor de sodio de aditivos metálicos
1965	Lámpara de vapor de sodio a alta presión
1972	Lámpara incandescente de halógeno a baja presión
1977	Lámpara fluorescente de alta eficiencia
1982	Lámpara fluorescente compacta (Balastro electrónico)
1985	Lámpara fluorescente compacta para usos generales
1986	Lámpara compacta de aditivos metálicos
1987	Sistemas de alimentación electrónica: <ul style="list-style-type: none">• Para lámparas de halógeno a baja presión• Para lámparas de vapor de mercurio
1988	Lámpara incandescente halógena dicroica de 35 mm de diámetro
1989	Lámpara incandescente de tonos pastel (Standard, vela, y adorno) Sistema de alimentación electrónica
1990	Lámpara fluorescente compacta electrónica "T" con técnica de 3 tubos
1991	Lámparas incandescentes de halógeno para faros de vehículos actuales
1994	Lámpara fluorescente FM-T2 y FM-T5
1995	Lámpara de halógeno MR-16 con reflector, totalmente aluminizcio (DE COSTAR-ALU). Lámpara de halógeno MR-16 de color constante, larga vida útil y cubierta de cristal frontal (DE COSTAR-TITAN). Se amplia la variedad de lámparas halógenas con tecnología baja presión (HALOSTAR-STARLINE). Lámpara fluorescente de tubo de 16 mm de diámetro (FQ-T5)
1996	Se complementa la lámpara DULUX fluorescente compacta con un sensor de presencia (COLORSTAR-DSX2)
1997	Lámpara con tecnología de quemador de cerámica (incandescente) que logra un tono de luz constante para una nueva calidad de luz (POWERSTAR-HCI) Lámpara incandescente HQI con reflector que ha sido especialmente desarrollada como una fuente de luz para aplicaciones de fibra óptica (POWERSTAR HQI-R) Lámpara reflectora de halógeno con cubierta de radiación infrarroja (DE COSTAR-IRC) Lámpara fluorescente sin electrodos vida útil de 60,000 horas (ENDURA)

NOTA: Se hace referencia, a los modelos de la marca OSRAM.

1.2 LUMINARIOS FLUORESCENTES DE ALTA EFICIENCIA.

Un luminario es un elemento que nos ayuda a optimizar para un determinado uso al máximo la luz de una lámpara.

Comúnmente se escucha hablar de instalar un "gabinete", pero se debe saber que el gabinete es sólo el armazón o carcasa de un luminario.

Un luminario consta básicamente de 2 componentes:

- Conjunto óptico.
Reflector
Refractor
Carcasa
Empaque
- Conjunto de potencia
Lámpara
Balastro
Bases portalámparas

De toda la variedad de luminarios se destaca el del tipo fluorescente para empotrar, sobreponer e industrial.

1.3 REFLECTOR ESPECULAR DE ALUMINIO.

El reflector especular se puede considerar como un accesorio para los luminarios fluorescentes de cualquier tipo, el cual por su alta reflectividad aumenta la eficacia lumínica, mejorando el nivel de iluminación de las áreas donde se aplique.

Son reflectores a base de aluminio pulido al espejo con recubrimientos especiales, presentando un comportamiento especular. Están diseñados para reducir la absorción de luz y evitar la distorsión de la longitud de onda de los rayos incidentes.

Tienen un diseño óptico optimizado y generalmente diseñado por computadora para satisfacer las necesidades de cada aplicación.

La superficie especular (similar a la de un espejo) de un reflector típicamente hecho de aluminio anodizado pulido, película de plata o película dieléctrica es altamente reflectora. Además, esta superficie puede ser conformada para mejorar el control direccional de la luz, lo cual reduce las pérdidas de luz dentro del luminario.

Para reducir los niveles de luz promedio, los reflectores fluorescentes cambian la distribución de luz producida, concentrando la luz hacia abajo, lo cual puede mejorar la comodidad visual dentro del ambiente de trabajo. Sin embargo, dependiendo de la configuración del luminario esta redistribución de la luz puede dar como resultado paredes de apariencia más oscura y reducción en la uniformidad de la iluminación a través del lugar de trabajo.

Por estas características este accesorio se recomienda como un elemento ahorrador de energía eléctrica, ya que con el se pueden retirar más de la mitad de las lámparas instaladas en los luminarios y como consecuencia la mitad de

balastros, ocasionando un ahorro del 50% de la carga en los circuitos de iluminación, solo si se instaló en todas las zonas que conforman el circuito. Existen básicamente dos tipos de reflectores especulares dependiendo de la aplicación que se le de:

- Los que permiten por su diseño, la disminución de lámparas fluorescentes para tener un ahorro de energía eléctrica.
- Para tener un aumento de iluminación en las áreas donde lo requiera, sin tener un aumento de carga, esto aparentemente no representa ningún ahorro, sin embargo lo hay, ya que con la misma carga instalada se están incrementando los niveles luminosos.

El reflector es solo un luminario con un acabado de tipo espejo que se coloca en el luminario fluorescente, de tal forma que de acuerdo a su diseño la iluminación de las lámparas se controle correctamente y se refleje hacia el exterior.

SIN REFLECTOR	CON REFLECTOR
La luz experimenta múltiples reflexiones difusas y pierde intensidad antes de salir del luminario.	Las múltiples reflexiones difusas de la luz se reducen al mínimo por la superficie reflectora especular, reduciendo la pérdida de luz dentro del luminario. La concentración de la luz hacia abajo reduce la uniformidad de iluminación, pero también puede reducir el deslumbramiento. retirando el 50% de las lámparas, los niveles de luz promedio pueden reducirse de un 25% al 40%.

1.3.1 REFLECTOR DE RECONVERSIÓN ESPECULAR.

Los reflectores de reconversión especular son dispositivos similares a espejos que pueden ser montados dentro de los luminarios ya existentes para dirigir la luz fuera del luminario de manera más eficiente. Usando este tipo de reflectores puede removerse hasta la mitad de las lámparas, produciendo ahorros de energía de hasta el 50% y reduciendo a la vez los niveles de iluminación de un 25% al 40%.

La superficie interior de un luminario fluorescente típico tiene una forma simple, con un revestimiento de pintura de esmalte blanca. Dentro de estos luminarios, la luz experimenta múltiples reflexiones difusas y pierde intensidad antes de abandonar el luminario.

En contraste, la forma compleja y alta reflectancia de los reflectores de conversión diseñados por encargo hacen que más luz sea dirigida hacia fuera del luminario sobre el área de trabajo. De este modo, los reflectores de conversión permiten el uso de menos lámparas y bobinas de inductancia en un sistema de iluminación.

La cantidad de luz reflejada y su comportamiento direccional depende de dos características:

1) De la reflectancia especular.

Un material con reflectancia especular tiene un acabado similar al de un espejo.

2) De la reflectancia total.

Un material con reflectancia total reduce al mínimo la cantidad de luz absorbida por la superficie.

Los reflectores especulares apropiadamente diseñados dirigen la luz producida fuera de los luminarios con un mínimo de dispersión. Los reflectores especulares de funcionamiento mejorado también tienen reflectancia total, lo cual significa que una mínima cantidad de luz es absorbida por el material.

Los materiales reflectores de conversión especulares están disponibles en tres categorías.

- **Lámina de película de plata**

La película de poliéster está revestida o impregnada con plata elemental y unida a una base de aluminio para producir un reflector semirígido altamente reflejante.

- **Aluminio con recubrimiento dieléctrico.**

Un revestimiento dieléctrico de múltiples capas (que consiste de materiales vaporizados y materiales dieléctricos inorgánicos) se deposita al vacío sobre un sustrato de aluminio anodizado. El funcionamiento es similar al de la película de poliéster recubierta con plata.

- **Aluminio pulido**

Hecho de aluminio anodizado altamente especular, estos reflectores tienen valores de reflectancia más bajos pero son menos caros que los dos anteriores.

Ventajas

- **Mayor eficiencia:**

Un reflector especular bien diseñado combinado con el retiro de lámparas puede reforzar la eficiencia del luminario en un 20 al 30%. La eficiencia del luminario se define como el porcentaje de luz producida por las lámparas que no es absorbido por la superficie interior del luminario, es decir el que realmente abandona el luminario.

El incremento en la eficiencia se debe a tres factores:

1.-A la capacidad del reflector para dirigir más luz fuera del luminario.

2.-Al funcionamiento de la lámpara, lo cual normalmente ocurre en los luminarios a los que se les han retirado algunas lámparas.

3.-A la reducción de los efectos de sombra de la lámpara.

- **Reducción de la carga de enfriamiento:**

Con menos lámparas y bobinas de inductancia que produzcan calor, la reducción de los costos de enfriamiento puede adicionar hasta un 20% a los ahorros en los costos de energía para iluminación.

Los ahorros en los costos de enfriamiento varían con el clima, pero son usualmente más grandes que el incremento en los costos de calentamiento debido a que las cargas de enfriamiento anuales de un edificio son mayores a las cargas de calentamiento.

- **Apariencia uniforme y reducción del brillo:**

Los reflectores de reconversión producen una brillantez uniforme, similar a la apariencia de los luminarios originales.

Los reflectores también pueden reducir la brillantez del luminario cuando se observan a ángulos más grandes. Esto reduce el brillo y mejora la comodidad visual dentro del ambiente de trabajo.

APLICACIONES.

Los reflectores de reconversión son más comúnmente usados en conjunto con el retiro selectivo de lámparas. Removiendo dos lámparas de un luminario de cuatro lámparas e instalando un reflector especular, el uso de energía puede reducirse en un 50% mientras que la producción del flujo luminoso mantenido disminuye de un 25 al 40%.

La reducción en la producción de luz puede ser adecuada en espacios que comúnmente están sobre iluminados con base a niveles de iluminación recomendados por instituciones especializadas y por medio de un diagnóstico de iluminación.

En donde existen niveles de luz muy bajos, los reflectores de reconversión diseñados para un área específica pueden incrementar los niveles de luz promedio en un 16% o más dependiendo de las condiciones de la superficie existente.

Los reflectores de reconversión tienden a concentrar la distribución de luz hacia abajo, aunque esta concentración puede reducir la brillantez, también estrecha la difusión de haz, esto a su vez, puede reducir la uniformidad de la iluminancia a través del espacio y crear áreas oscuras sobre las paredes.

La decisión de usar reflectores de reconversión deberá basarse en consideraciones técnicas de iluminación, económicas y estéticas.

Un método integrado para definir la factibilidad de la reconversión de la iluminación requiere la evaluación de todos los componentes del sistema involucrados.

A continuación se mencionan los puntos a considerar para llevar a cabo la evaluación de un reflector.

- El impacto sobre los niveles de luz sostenidos y difusión del haz.
- Apariencia uniforme.
- Necesidad de reubicación de los luminarios.
- Clasificación U.L. (Under Writer's Laboratories)
- Requerimiento de códigos locales.
- Garantía de funcionamiento del reflector.
- Accesibilidad a los reactores o balastos.
- Selección de nuevas lámparas.
- Desconexión de los reactores o balastos.
- Reemplazo de lámparas en grupo y limpieza.
- Cambio de reactores o balastos.

	REFLECTORES ÓPTICOS	LOUVERS DE ALUMINIO
Características	Mantiene color y forma original Resistente a la corrosión Resistente al calor Superficie sin estática Durabilidad Facilidad de limpieza	Mantiene color y forma original Resistente a la corrosión Resistente al calor Superficie sin estática Durabilidad Facilidad de limpieza
Especificaciones	Reflexión total: Mínimo 88% Claridad de imagen: 94% Reflectómetro: TR-2 TECHNIDYNE CORPORATION	Reflexión total: Mínimo 82% Claridad de imagen: 60-80% Reflectómetro: TR-2 TECHNIDYNE CORPORATION
Propiedades Mecánicas	Temple H-18 Aluminio 100%	Temple H-25 Aluminio 100%

En la tabla siguiente se hace referencia a los reflectores FUTURALUX RETROFIT:

	EVERBRITE	PREMIRROR 30	310G-1	MIRO
Reflexión Total	86%	83%	87%	95%
Claridad de imagen	95%	92%	95%	96%
Garantía	25 años	25 años	25 años	25 años
Porcentaje de aluminio en la aleación	99.80%	99.80%	99.85%	99.90%
País de importación del aluminio	USA	USA	ALEMANIA	ALEMANIA

1.4 BALASTROS ELECTRÓNICOS

Los balastos electrónicos se basan principalmente en la utilización de un circuito integrado, que es el cerebro del balastro mencionado, este se encarga de controlar al circuito electrónico haciendo de los balastos los más eficientes, seguros y confiables.

Se pueden instalar directamente en lugar de los electromagnéticos porque son de las mismas dimensiones, aunque en el peso son más ligeros. Al trabajar a alta frecuencia disminuyen el efecto estroboscópico y el flicker.

FUNCIONES BÁSICAS DE OPERACIÓN DE UN BALASTRO ELECTRÓNICO DE ALTA FRECUENCIA.

1. Convertir la corriente alterna de alimentación de 60 Hz (AC) en corriente directa (DC). Además, de controlar el factor de potencia, interferencia electromagnética y los efectos del factor de cresta de la lámpara.
2. Convertir la corriente directa (DC) a corriente alterna de alta frecuencia (AC) para alimentar a la lámpara.
3. Controlar el encendido de la lámpara, potencia de la lámpara y proteger a la misma en condiciones de corto circuito.

Los balastos electrónicos tienen las siguientes características y proporcionan los siguientes beneficios:

- **Uso racional de la energía eléctrica.**-Actualmente el balastro electrónico ofrece al máximo ahorro en el consumo de energía eléctrica, debido a que su funcionamiento se basa en el uso de componentes electrónicos de alta eficiencia que operan a altas frecuencias. Los balastos electrónicos operan a frecuencias de entre los 20 y 60 kilo hertz (20,000 a 60,000 ciclos por segundo)). Esto hace que los sistemas de iluminación fluorescente donde se usan estos balastos, utilicen energía de una manera más eficiente. El balastro electrónico en combinación con lámparas ahorradoras, permiten ahorros de hasta un 37%-63% comparado con balastos y lámparas convencionales, proporcionando la misma cantidad de luz.
- **Versatilidad.**- Los balastos electrónicos son compatibles con cualquier lámpara fluorescente de arranque rápido de 1.2 metros, incluye las T-8, T-10 y T-12 (32,34 y 40 watts respectivamente), PL-L 36 watts, lo que implica una actualización rápida y sencilla de los sistemas de iluminación. El balastro electrónico es tan versátil, que en un mismo balastro puede operar de 1 a 4 lámparas, esto dependiendo de la conexión eléctrica en las terminales del mismo.
- **Flujo luminoso constante.**- La demanda de energía eléctrica puede llegar a ser excesiva durante las horas pico, ocasionando variaciones en el suministro de voltaje en los sistemas de iluminación.

Debido a la excelente regulación que tienen estos balastos, las lámparas ofrecen siempre un flujo luminoso constante (+/- 10% voltaje).

- **Temperatura de operación baja.**- La vida útil de un balastro electrónico se prolonga al tener una menor temperatura de operación.
- **Reducción de robustez.**- Al utilizar dispositivos electrónicos en lugar del núcleo de laminaciones de acero y de los devanados de alambre de cobre, se reduce el peso a menos de la mitad con respecto a un balastro convencional equivalente.
También ahorra peso por la manera en que está aislado térmica y eléctricamente, ya que a diferencia del compuesto asfáltico utilizado para los balastos electromagnéticos, los aislamientos de los balastos electrónicos están cubiertos por una resina plástica de apenas unos cuantos milímetros de espesor.
- **Funcionamiento silencioso.**- Este balastro es tan silencioso que es el más adecuado para ambientes sensibles donde se requiere un bajo nivel de sonido, como son: Escuelas, Oficinas, Hospitales, Bibliotecas, etc.
- **Prolonga la vida de la lámpara.**- Cuando los electrodos de una lámpara se calientan y se enfrían intermitentemente durante su operación (cuando se encienden y se apagan), existe un desgaste gradual en las superficies del electrodo, lo que significa una reducción en la vida de la lámpara fluorescente.
Para evitar esto, los balastos electrónicos mantienen un calentamiento continuo en los electrodos de la lámpara.
- **Operación segura.**- Debido a que su diseño incorpora protecciones para cumplir con los requerimientos de las normas nacionales e internacionales, tales como: ANSI, IEEE, FCC, UL y NOM; los balastos electrónicos garantizan una operación segura aún para aquellas aplicaciones más estrictas y rigurosas como en los centros de cómputo, hospitales, nodos de comunicación, etc.

A continuación se proporcionan los datos técnicos de un balastro electrónico marca PHILIPS (MARK V), para lámparas fluorescentes:

POTENCIA (Watts)	CORRIENTE DE LÍNEA (Amperes)	POTENCIA DE LÍNEA (Watts)	VOLTAJE DE LÍNEA (Volts)	FACTOR DE POTENCIA	NIVEL DE RUIDO
1X40	0.31	36	127	Alto	A
1X34	0.26	31	127	Alto	A
2X20	0.61	72	127	Alto	A
2X34	0.51	60	127	Alto	A

MOTOROLA (LIGHTING INC), para lámparas fluorescentes:

Factor de potencia	Mayor de 0.99
Distorsión armónica total	Menor del 10%
Distorsión en la tercera armónica	Menor del 6%
Factor de cresta de la corriente de la lámpara	Menor de 1.5
Frecuencia de la corriente de lámpara	Mayor de 25 kilo Hertz
Parpadeo de la lámpara	Menor del 2%, no visible
Rango de sonido	Clase A
Vida estimada	20 años o más
Conector	Por inserción de alambre Calibre #18 apriionado
Peso	1.2 libras = 0.544 kilogramos
Catálogo por UL	Clase P

**BALASTROS ELECTRÓNICOS MOTOROLA LIGHTING.
(PARA LÁMPARAS FLUORESCENTES)**

EDICIÓN DE ORO (GOLD EDITION)

Encendido rápido alto rendimiento:

- Ciclos de encendido y apagado frecuentes (3 a 4 veces)
- Factor de potencia mayor a 0.99
- Factor de cresta menor a 1.7
- Distorsión armónica Total (THD) menor al 10%
- Operación de 1,2,3 y 4 lámparas normales y de alta emisión de luz
- Conexión de lámpara en serie

Encendido instantáneo de alto rendimiento:

- Ciclos de encendido y apagado no frecuentes
- Factor de potencia mayor a 0.99
- Factor de cresta menor a 1.5
- Distorsión armónica Total (THD) menor al 10%
- Operación de 1, 2, 3 y 4 lámparas en versión de baja salida de luz y salida normal.
- Conexión de lámpara en paralelo

EDICIÓN DE PLATA (SILVER EDITION), para lámparas fluorescentes:

- Ciclos de encendido y apagado no frecuentes
- Factor de potencia mayor a 0.95
- Factor de cresta menor a 1.5
- Distorsión armónica Total (THD) menor al 20%
- Operación de 1, 2, 3 y 4 lámparas en versión baja emisión de luz o emisión normal.
- Conexión de lámpara en paralelo

**BALASTROS ELECTRÓNICOS MOTOROLA LIGHTING
(PARA LÁMPARAS FLUORESCENTES)**

POTENCIA	TENSIÓN	CATÁLOGO	ARTÍCULO	EDICIÓN	ENCENDIDO	RENDIMIENTO
1X32 W	120 V	M1-IN-T8-GPD-120	N574	PLATA	INSTANTANEO	NORMAL
2X32 W	120 V	M2-IN-T8-GPD-120	N575	PLATA	INSTANTANEO	NORMAL
3X32 W	120 V	M3-IN-T8-GPD-120	N576	PLATA	INSTANTANEO	NORMAL
4X32 W	120 V	M4-IN-T8-GPD-120	N583	PLATA	INSTANTANEO	NORMAL

Opera lámparas F17T8, F25T8 ó F32T8 de encendido instantáneo o de doble pin.

POTENCIA	TENSIÓN	CATÁLOGO	ARTÍCULO	EDICIÓN	ENCENDIDO	RENDIMIENTO
1X32 W	120 V	M1-RN-T8-ILLD-120	N577	ORO	RÁPIDO	ALTO
2X32 W	120 V	M2-RN-T8-ILLD-120	N578	ORO	RÁPIDO	ALTO
3X32 W	120 V	M3-RN-T8-ILLA-120	N579	ORO	RÁPIDO	ALTO
4X32 W	120 V	M4-RN-T8-ILLA-120	N580	ORO	RÁPIDO	ALTO

Opera lámparas F17T8, F25T8 ó F32T8 de encendido rápido o de doble pin.

POTENCIA	TENSIÓN	CATÁLOGO	ARTÍCULO	EDICIÓN	ENCENDIDO	RENDIMIENTO
1X32 W	277 V	M1-RN-T8-ILLD-277	VA79	ORO	RÁPIDO	ALTO
2X32 W	277 V	M2-RN-T8-ILLD-277	VA80	ORO	RÁPIDO	ALTO
3X32 W	277 V	M3-RN-T8-ILLA-277	VA81	ORO	RÁPIDO	ALTO
4X32 W	277 V	M4-RN-T8-ILLA-277	VA82	ORO	RÁPIDO	ALTO

Opera lámparas F17T8, F25T8 ó F32T8 de encendido rápido o de doble pin.

POTENCIA	TENSIÓN	CATÁLOGO	ARTÍCULO	EDICIÓN	ENCENDIDO	RENDIMIENTO
2x59 W	120 V	M1-IN-T8-8FT-120	N582	ORO	INSTANTÁNEO	ALTO
2X59 W	120 V	M2-IN-T8-8GP-120	N609	PLATA	INSTANTÁNEO	NORMAL

Opera lámparas F96T8 de encendido instantáneo o de un pin.

NOMENCLATURA:

Catálogo#M2 – RN-T8-ILL-D-A20-W

Campos: A B C D E F G H I

A: Motorola lihgting inc.

B: Número de lámparas que opera.

C: Modo de operación.

R=Encendio rápido

I=Encendido instantáneo

N=Encendido sin precalentamiento

D: Emisión de luz

N= Normal

L= Baja

H= Alta

V= Variable

D= Dimmer

E: Tipo de lámpara.

T5= 0.63 pulgadas

T8= 1.00 pulgadas

T10= 1.25 pulgadas

T12= 1.5 pulgadas

F: Especificaciones del producto.

LL= Un nivel de luz

GP= Rendimiento normal de operación

8FT= Lámpara de 8 pies slimline T8

G: Tamaño de empaque.

TIPO DE EMPAQUE	LARGO (pulgadas)	ANCHO (pulgadas)	ALTURA (pulgadas)
A	9.5	2.38	1.50
D	9.5	1.75	1.50

H: Tensión.

120 = 120 volts

277= 277 volts

I: Cableado opcional

W= Con cableado standard

C= Con cables a la medida

1.4.1 BALASTROS ELECTROMAGNÉTICOS DE ALTA EFICIENCIA.

También se les conoce como ahorradores de energía, estos son fabricados con alta tecnología y mejores materiales que los normales, con el objeto de reducir pérdidas en el consumo de energía eléctrica. Operan a temperaturas internas muy bajas con lo que aumentan su propia vida ya que trabajan a una temperatura 30% menor a la de un balastro convencional, por lo que se comporta prácticamente "frío" en un ambiente normal de operación. Debido a esto se puede afirmar la extensión de la vida de este balastro respecto a uno convencional, se ha verificado que un descenso de 10 °C en la temperatura de un balastro duplica la vida de los aislamientos.

Los balastros de alta eficiencia tienen las mismas dimensiones que los balastros convencionales que existen en el mercado y sus conexiones eléctricas son las mismas, lo que los hace ser directamente intercambiables y además presentan las siguientes ventajas:

- **Ahorros considerables en el consumo de energía.**- Debido a su diseño se logran obtener grandes ahorros respecto al balastro convencional, ya que el balastro ahorrador (2x30, 2x39 y 2x60 W) consume en promedio 11 watts.

POTENCIA DE BALASTRO	CONSUMO	DISEÑO
2x39	22 Watts	Convencional
2x40	20 Watts	Convencional
2x75	30 Watts	Convencional
2x30	12 Watts	Alta eficiencia
2x34	11 Watts	Alta eficiencia
2x60	11 Watts	Alta eficiencia

- **Versatilidad.**- Los balastros de alta eficiencia pueden ser utilizados en forma por demás favorable con lámparas convencionales y con lámparas ahorradoras de energía.

BALASTRO CONVENCIONAL	BALASTRO AHORRADOR DE ENERGÍA	OPERA LÁMPARAS FLUORESCENTES DE:
2X39 ó 2X38 Watts	2X30 Watts	30-32-39 Watts
2X40 Watts	2X34 Watts	34-40 Watts
2X74 ó 2X75 Watts	2X60 Watts	60-75 Watts

- **Rápida recuperación de la inversión.**- Debido a los considerables ahorros que se obtienen por concepto de consumo de energía, la inversión se recupera rápidamente.
- **No disminuye el flujo luminoso.**- Para que a un balastro de alta eficiencia se le considere como tal, debe cumplir con la condición de que con igual o mejor salida de luz tenga un menor consumo.

- **Operan a una temperatura menor.-** Por su diseño, operan a temperaturas internas muy bajas, de alrededor de 20 – 30 °C menor que la de un balastro convencional.
- **Vida útil mayor.-** Haciendo referencia al punto anterior, se duplica la vida de los aislamientos, por lo que en la misma proporción se incrementa la vida útil del balastro de alta eficiencia.
- **Menores costos de operación y mantenimiento.-** El número de reemplazos requeridos para un balastro de alta eficiencia, es la mitad o menos de los que se requiere con un balastro convencional.
- **Reemplazo directo.-** Por ser físicamente iguales, se puede sustituir directamente un convencional equivalente con uno de alta eficiencia, sin que exista la posibilidad de modificar los gabinetes en uso, además, las conexiones eléctricas son las mismas.
- **Operación en alto factor de potencia.-** Mayor o igual a 0.9 (90%).
- **Aprobados por la asociación de fabricantes de balastos.-** Esta asociación cumple con las especificaciones ANSI (American National Estandar Institute), lo que garantiza su buen funcionamiento, además, cuenta con las certificaciones NOM (Normas Oficiales Mexicanas) y UL (Ander Writer's Laboratories)
- **Equipados con protector térmico.-** Otra ventaja más con que cuenta este balastro es la de tener un termoprotector cuya función principal es evitar el sobrecalentamiento por una mala o incorrecta instalación.

En la siguiente tabla se muestra una comparación entre un sistema de alta eficiencia y uno convencional:

SISTEMA	LÁMPARA-BALASTRO	CONSUMO (Watts)	AHORRO (Watts)	AHORRO (%)
2x34	Convencional-Convencional	96	-	-
2x40	Ahorradora-MARK III	72	24	25
Encendido	Convencional-Convencional*	179	-	-
Rápido	Ahorradora-MARK III*	140	39	22
2x60	Convencional-Convencional	173	-	-
2x75	Ahorradora-MARK III	123	50	29
	Convencional-Convencional**	168	-	-
Slim Line	Ahorradora-MARK III**	122	46	27

(*) Luminario para cuatro lámparas de empotrar.

(**) Luminario para dos lámparas tipo industrial.

Un factor a considerar debido a la importancia, es el nivel de ruido producido por los balastos, sumándose al del ambiente por lo que se clasifican en dos grupos:

- El ruido que se escucha con una frecuencia entre 100 y 500 Hertz. Se origina por la vibración del núcleo de acero y la caja del balastro bajo la influencia de las fuerzas ejercidas entre ellos por el campo magnético.

- El que se manifiesta a 1000 ó más Hertz.
Se produce por las armónicas elevadas de la corriente de la lámpara.

Clasificación de los balastos por sonido y aplicación:

APLICACIÓN	PROMEDIO DE RUIDO EN EL MEDIO AMBIENTE (DECIBELES)	CLASIFICACIÓN POR SONIDO
Residencias Bibliotecas Estaciones de radio y TV Iglesias Hospitales	20 a24	A
Escuelas Salas de lectura	25 a30	B
Edificios Oficinas Almacenes	31 a 36	C
Tiendas Oficinas Salas de clase	37 a42	D
Tiendas Almacenes Industria ligera Alumbrado exterior	43 a49	E
Industria pesada Alumbrado público Parques de diversión	49 en adelante	F

A continuación se proporcionan los datos técnicos de un balastro de alta eficiencia marca PHILIPS (MARK III):

POTENCIA	CORRIENTE DE LÍNEA (Amperes)	POTENCIA DE LÍNEA (Watts)	VOLTAJE DE LÍNEA (Volts)	FACTOR DE POTENCIA	NIVEL DE RUIDO
1X40	0.43	50	127	ALTO	A
1X34	0.38	43	127	ALTO	A
2X40	0.73	84	127	ALTO	A
2X34	0.63	72	127	ALTO	A
2X75	1.35	158	127	ALTO	C
2X60	1.10	123	127	ALTO	C

1.5 LÁMPARAS FLUORESCENTES TECNOLOGIA T-8.

La lámpara fluorescente T-8 de solo 25 mm de diámetro posee las características más avanzadas en calidad y eficiencia, por lo que el ahorro en el costo de energía se ve reflejado en la factura eléctrica.

De los modelos denominados de las marcas PHILIPS (T180) y OSRAM (TRICHROME) entre otras, es posible aplicar la lámpara más adecuada para cada necesidad específica, en cuanto a su longitud, potencia, temperatura de color e índice de rendimiento de color según sea el caso.

Las características principales de estas lámparas son su índice de rendimiento de color de 85 y su diámetro de 25 mm; por lo que convierte a una lámpara T8 en una de las mejores opciones para proyectos de iluminación en múltiples aplicaciones para ahorrar energía y tener luz de alta calidad.

La lámpara T-8 tiene incorporado un polvo fluorescente a base de diversos fósforos activados con elementos de tierras raras como el kriptón, y estos proporcionan alta eficiencia, un mayor flujo luminoso, excelente rendimiento de color y la posibilidad de elegir entre tres distintas temperaturas de color (3,000; 3,500 y 4,100°K).

En la siguiente tabla se enlistan los datos técnicos de las lámparas fluorescentes T-8 (OSRAM):

	17 WATTS	25 WATTS	32 WATTS	40 WATTS
Lúmenes iniciales (serie 800)	1,400	2,250	3,050	3,800
Lúmenes iniciales (serie 700)	1,325	2,125	2,850	3,600
CRI (serie 800)	85	85	85	85
CRI (serie 700)	75	75	75	75
Lúmenes mantenidos	91% al	40% de	la vida	
Temperatura de color	3,000°K	3,500°K	4,100°K	

Las lámparas T-8 operan ya sea con balastro electromagnético o con balastro electrónico en circuitos de encendido rápido y con balastos electrónicos en circuitos de encendido instantáneo.

El beneficio que se tiene al utilizar el balastro electrónico es el obtener el menor consumo de energía eléctrica generando la misma cantidad de luz.

1.5.1 LÁMPARAS FLUORESCENTES AHORRADORAS DE ENERGÍA.

Las lámparas fluorescentes ahorradoras de energía tienen una eficiencia mayor que las lámparas fluorescentes convencionales, proporcionando el mismo flujo luminoso, pero con un consumo de energía menor.

Fueron desarrolladas para sustituir a las lámparas fluorescentes normales, pero operando con 10 al 20% menos de consumo a cambio de un 5 al 10% de reducción de luz.

Este tipo de lámparas tienen las mismas dimensiones que las lámparas equivalentes convencionales, utilizan el mismo casquillo y se pueden instalar en los mismos balastos (se recomienda cambiar paulatinamente o de ser posible todos balastos convencionales por los de alta eficiencia para obtener el máximo ahorro en el consumo de energía eléctrica) y esto los hace de fácil intercambio, pero debido a que estas lámparas ahorradoras incluyen en su interior una mezcla de polvos fluorescentes y esto hace que se mantenga el mismo nivel que se tiene con las convencionales.

En la siguiente tabla se hace una comparación del consumo de las lámparas fluorescentes convencionales y las ahorradoras de energía eléctrica:

POTENCIA DE LÁMPARAS CONVENCIONALES	POTENCIA DE LÁMPARAS AHORRADORAS	AHORRO OBTENIDO	PORCENTAJE DE AHORRO
39 Watts	30 ó 32 Watts	9 Watts	23
40 Watts	34 Watts	6 Watts	15
75 Watts	60 Watts	15 Watts	20

Las lámparas ahorradoras ofrecen un considerable porcentaje de ahorro por pieza o por lámpara sustituida y son una de las opciones en la racionalización de la energía eléctrica, ya que sus aplicaciones se extienden a cualquier instalación actual donde haya lámparas fluorescentes, donde además se requiera ahorrar energía eléctrica sin que disminuyan los niveles de iluminación.

La utilización de sistemas de iluminación fluorescente más eficientes que reduzcan costos de energía y además de que ayudan a mejorar la productividad en un lugar determinado de trabajo, son parámetros a seguir en la realización de un proyecto.

Los sistemas de iluminación fluorescente con tecnología avanzada, ofrecen substancialmente más luz por watt consumido, las lámparas con alto índice de rendimiento de color incrementan la claridad visual de los objetos.

Recomendaciones:

Las lámparas ahorradoras siempre deben acoplarse a balastos compatibles con ellas. Debe evitarse su uso con balastos de baja eficiencia o normales. Por sus características de construcción, deben operarse a temperaturas mínimas de 15°C. Su operación óptima se obtiene con balastos electromagnéticos de alta eficiencia o electrónicos con operación a alta frecuencia.

1.5.2 LÁMPARAS FLUORESCENTES COMPACTAS DE ALTA EFICIENCIA.

Las lámparas fluorescentes compactas (LFC) son dispositivos muy eficientes, de excelente rendimiento de color y de larga vida.

Sustituyen a las lámparas incandescentes comunes logrando un nivel de iluminación similar y proporcionando una luz cálida y confortable, pero con un consumo de energía eléctrica menor que las incandescentes, lo que significa que se tiene un ahorro de hasta aproximadamente 75% de energía, sin sacrificar la cantidad ni calidad de luz y con una vida que se prolonga 10 veces más con respecto al sistema incandescente.

Las lámparas fluorescentes compactas están formadas o constituidas por delgados tubos de vidrio cuyo interior se encuentra recubierto con polvos fluorescentes que se unen por medio de un puente cada par de tubos.

Se encuentran disponibles en dos pines y cuatro terminales, llevan el arrancador incluido y requieren de un balastro para su operación, que puede ser electromagnético o electrónico.

En la actualidad existen una gran variedad de modelos, marcas, potencias diversas y dimensiones.

El diámetro interior de los tubos varían de entre 10, 15 y 17.5 mm; esto depende del tipo y potencia de la lámpara.

Para que las lámparas fluorescentes compactas operen requieren complementarse de los siguientes dispositivos:

BALASTRO: Las lámparas fluorescentes compactas requieren de un balastro para su operación, este es un reactor conectado en serie con la lámpara, su función es energizar la trayectoria de la descarga después de que la lámpara ha sido encendida por medio de un interruptor, también limita la corriente durante su operación.

LUMINARIO: Es una base especial y está destinada para recibir por inserción a presión a la lámpara fluorescente compacta.

ADAPTADOR: Cuando se sustituye una lámpara incandescente, por una lámpara fluorescente compacta, ésta utiliza un adaptador para socket, en donde por la parte interna están integradas las conexiones eléctricas.

El adaptador se coloca mediante el casquillo roscado al socket, mientras que la lámpara fluorescente compacta se acopla por inserción a presión al adaptador.

En la siguiente tabla se comparan datos técnicos entre las lámparas fluorescentes compactas y las lámparas incandescentes:

POTENCIA DE LÁMPARA (Watts)	TIPO	LÚMENES INICIALES	HORAS DE VIDA	TEMPERATURA DE COLOR	RENDIMIENTO DE COLOR (%)
7	Fluorescente Compacta	220-270	10,000	2700-3000-3500	82
13	Fluorescente Compacta	900	10,000	2700-3000-3500	82
25	Incandescente	220-244	1,000	2600-2900	90
40	Incandescente	430-435	1,000	2600-2900	90
60	Incandescente	775-840	1,000	2600-2900	90
75	Incandescente	1000-1110	1,000	2600-2900	90
100	Incandescente	1440-1560	1,000	2600-2900	90

NOTA: En las lámparas fluorescentes compactas se les debe agregar 5 watts por el consumo del balastro, ya que sumando este valor se obtiene el consumo real de este sistema.

La siguiente tabla nos describe una comparación de las lámparas fluorescentes compactas, entre las marcas más comerciales:

CONCEPTO	PHILIPS	OSRAM	GENERAL ELECTRIC
Corriente de lámpara (Amperes)	0.294	0.305	0.282
Voltaje de lámpara (Volts)	51.00	46.00	52.50
Potencia de lámpara (Watts)	12.25	11.50	12.50
Salida de luz (Lúmenes)	316	287	283
Eficacia (Lúmenes/Watt)	25.79	24.95	22.34
Consumo en kWh durante 10,000 horas de vida	122.5	115.0	125.0
Horas de vida	10,000	10,000	10,000

De los datos estadísticos de las lámparas comparadas se concluye que en eficiencia y en costo de operación la marca PHILIPS tiene el primer orden, enseguida la marca GENERAL ELECTRIC y por último la marca OSRAM.

Nota: La marca OSRAM tiene buen costo de operación y económico, sólo que tiene fisuras en los acabados de tierras raras y esto ocasiona daños a la salud, ya que permite la salida directa de la radiación ultravioleta.

Recomendaciones:

La sustitución de lámparas incandescentes por compacto-fluorescentes es una excelente alternativa. Con los nuevos desarrollos las lámparas de mayor potencia y luminarios con reflectores especiales pueden usarse en aplicaciones típicas de lámparas fluorescentes convencionales. Sin embargo debe tenerse cuidado en aplicaciones donde se requiera un alto índice de rendimiento de color, ya que hasta el momento no alcanzan los magníficos índices de rendimiento de color de las lámparas incandescentes, necesarios para algunas aplicaciones comerciales. En caso de aplicación masiva deberá monitorearse también el factor de potencia y contenido total de armónicas.

1.5.3 LÁMPARAS HALÓGENO – CUARZO.

Las lámparas halógenas son lámparas incandescentes mejoradas. En las lámparas incandescentes convencionales el filamento de tungsteno se evapora poco a poco depositándose en forma de capa negra en el interior del bulbo. El flujo, la intensidad y la eficacia luminosa disminuyen.

En las lámparas de halógeno se introdujo el bulbo por primera vez en 1959 además de los habituales gases de relleno, los halógenos, yodo y bromo, los cuales captan los átomos de tungsteno desprendido del filamento y sin dejarlos que se depositen en el interior del bulbo, los regresan al filamento, este es el ciclo regenerador del halógeno.

La reacción Halógeno-Tungsteno funciona mejor si la temperatura del filamento es elevada y la distancia entre el vidrio del bulbo y el filamento se reducen. Resultando lámparas muy pequeñas que emiten una luz de calidad incomparable gracias a un filamento incandescente que da más luz.

Al acumularse tanto calor en un espacio tan reducido, hace falta un vidrio capaz de resistir temperaturas de 650°C, indispensables en el ciclo Halógeno, además de una presión elevada (varias atmósferas) para limitar la velocidad

de evaporación del filamento. Sólo el cuarzo cumple estos requisitos. Para conservar sus propiedades luminosas no debe estar en contacto con objetos grasos. Para garantizar una hermeticidad absoluta en la zona prensada de la lámpara tiene soldadas unas láminas de molibdeno al filamento, de forma que permiten una mayor expansión térmica entre el vidrio y los contactos eléctricos. También se evita fisuras limitando la temperatura en esa zona a 250°C.

Las lámparas tienen que aguantar grandes esfuerzos y elevadas temperaturas; por ello los pines de las lámparas de baja tensión son protegidos por piezas de cerámica.

En cuanto al filamento, su pureza, regularidad del diámetro y rigidez son factores fundamentales para lograr una larga duración.

Ventajas:

- Luz brillante, blanca (3000°k), y constante
- Mayor eficacia luminosa (25 lm/W) que las incandescentes convencionales
- Mejor reproducción de los colores
- Más larga vida (hasta 4000 horas)
- Dimensiones reducidas
- Encendido y reencendido instantáneo
- Fácil funcionamiento e instalación y no necesita equipos auxiliares

Desventajas:

- Para aplicaciones que necesiten altos niveles de iluminación general, su eficiencia luminosa es todavía limitada
- Su duración esta por debajo de los valores de las lámparas de descarga
- Disipa mucho calor para su aplicación en interiores

La relación flujo luminoso/potencia es un factor de economía importante, ya que en comparación con una lámpara incandescente normal, la halógena siempre sale ganando por su reducido consumo.

Las lámparas de 127 V/ 220 V de 75 a 2000 Watts forman una completa gama de lámparas halógenas para todos los usos.

El cristal de cuarzo tiene una segunda protección de vidrio normal en claro o en mate que lo envuelve, permitiendo manejar la lámpara con los dedos libremente.

La generación de halógenas ahorradoras de energía, disponen de un recubrimiento especial que refleja nuevamente la radiación de calor sobre el filamento, el efecto es que aumenta la eficacia luminosa y se reduce el consumo en un 25% sobre los tradicionales tipos de cuarzo y yodo.

Una lámpara halógena de bajo voltaje de 100 Watts es aun más pequeña que el dedo meñique, pero esto no resulta una desventaja, sino todo lo contrario, posee un flujo de 2500 lúmenes, esto se traduce en una eficacia de 25 lm/Watt.

Las halógenas de bajo voltaje (6, 12 ó 24 volts) desde 5 a 150 Watts son pequeñas en tamaño pero muy potentes además de compactas y muy seguras. Debido al filamento axial, proporcionan una intensidad luminosa fuera de lo común. Necesitan para su funcionamiento el empleo de un transformador de tensión que puede ser electrónico e integrarse perfectamente en cualquier luminario.

A continuación se enumeran algunos cuidados que se requiere darle a este tipo de lámparas para su funcionamiento y correcta operación:

- No se debe tocar el vidrio de cuarzo con los dedos.
- Procurar que las lámparas estén bien ventiladas en los luminarios y que no sobrepasen la temperatura máxima admisible de (250 a 350°C).
- Evitar todo contacto con la humedad.
- Utilizar sólo luminarios para temperaturas elevadas, adecuadas a la potencia de la lámpara.
- Proteger el circuito primario del transformador con un fusible.
- Poner normalmente el regulador luminoso a toda potencia para permitir que el ciclo halógeno se efectúe normalmente.
- Procurar que la distancia entre el transformador y la lámpara sea lo más reducida posible para que las caídas de tensión en el conductor de alimentación sean mínimas.

Como las lámparas de halógeno funcionan a temperaturas muy elevadas, y esto complica la exhibición de los productos, accesorios, plantas, alimentos, etc. Haciendo referencia a las lámparas de halógeno fabricadas por la marca OSRAM, el cristal absorbente UV-STOP reduce el efecto de decoloración hasta en un 80% en comparación con las lámparas halógenas convencionales y al utilizar esta técnica se acabaron los problemas en la iluminación de vitrinas y escaparates.

Se describen las características principales de algunas lámparas de halógeno, tomando como referencia las fabricadas por la marca OSRAM:

HALOSTAR-STARLITE.

Es una lámpara de halógeno de bajo voltaje con la técnica de baja presión para uso en luminarios abiertos.

- Funciona a muy baja tensión.
- Dispone del filtro UV-STOP.
- Es compatible con las lámparas ya instaladas.
- Esta formado con el nuevo casquillo GX4 con aplastamiento estrecho que evita la colocación de una lámpara errónea en los luminarios que incorporan este moderno soporte.

Aplicaciones:

En luminarios empotrados en muebles, en luminarios de escritorios, candelabros y otros luminarios sin cristal de protección.

HALOSTAR-UV-STOP.

Es una lámpara de halógeno de bajo voltaje con filtro UV-STOP.

- Contiene el filtro UV-STOP para suprimir las radiaciones UV.
- Reduce el efecto de decoloración hasta un 80% en comparación de las lámparas de halógeno convencionales.
- No sobrepasa los estrictos límites de protección UV.
- Tiene el filamento axial.

Aplicaciones:

En iluminación general, principalmente para iluminar objetos sensibles a la radiación UV en galerías, vitrinas, escaparates y en áreas de trabajo con un alto nivel de iluminación.

DECOSTAR 35 UV-STOP.

Son lámparas con reflector de luz fría e incorporan la moderna técnica UV-STOP.

- El reflector de luz fría reduce en un 66% la radiación térmica en el haz de luz.
- El bulbo de vidrio equipado con el filtro UV-STOP, protege contra los rayos UV.
- No sobrepasa los límites de protección UV aún en luminarios sin filtro.

- Reduce el efecto de decoloración en un 50% en comparación con las lámparas con reflector de luz fría actuales.
- Óptima técnica luminosa donde se combinan el filamento axial con el reflector facetado.
- Regulación sin límites.

DECOSTAR 35 S UV-STOP.

Este tipo de lámpara contiene un reflector de luz fría, y es de un diámetro de 35 mm con cubierta protectora de cristal claro. La cual ofrece protección a la capa reflectora contra el polvo, humedad y grasa, manteniendo el brillo y el efecto diamante del reflector.

DECOSTAR.

Son lámparas con reflector de luz fría, todos los modelos incorporan la técnica UV-STOP.

- El reflector de luz fría reduce en un 66% la radiación térmica en el haz de luz.
- El bulbo de vidrio equipado con filtro UV-STOP protege la piel contra los rayos UV.
- No sobrepasa los estrictos límites de protección UV, aún en luminarios sin filtro.
- Reduce el efecto de decoloración en un 50% en comparación con las lámparas con reflector de luz fría actuales.
- Óptima técnica luminosa donde se combinan el filamento axial con el reflector facetado.
- Regulación sin límite.

DECOSTAR TITAN.

Son lámparas de halógeno de bajo voltaje con reflector MR-16 con recubrimiento de titanio.

Las ventajas de este nuevo reflector son:

- Reproducción cromática constante a lo largo de la vida de la lámpara.
- Intensidad luminosa constante a lo largo de la vida de la lámpara.

- Reflector muy decorativo, que una vez iluminado, produce bellos efectos de luz azulada hacia su parte posterior, manteniéndose una excelente uniformidad.
- Larga duración de vida.
- Temperatura de color 3100°K.
- El bulbo de vidrio equipado con filtro UV-STOP protege contra los dañinos rayos UV.
- 66% menos calor en dirección del haz de luz.
- Con cubierta protectora de cristal.

DECOSTAR 51 ALU.

Es una lámpara de bajo voltaje con reflector cubierto de aluminio, las ventajas que nos proporciona son:

- La luz no atraviesa por la parte posterior del reflector.
- Reproducción cromática constante durante toda la vida de la lámpara.
- El recubrimiento del reflector de aluminio reduce la radiación térmica dentro del luminario en un porcentaje aproximado del 60% menos en comparación con un reflector de aluminio con cubierta protectora y de aproximadamente un 80% menos en comparación con un reflector dicróico con cubierta.

HALOSPOT.

Estas lámparas con reflector son apropiadas especialmente por su luz dirigida para resaltar objetos aún en ambientes claros, las ventajas que nos proporciona son las siguientes:

- La lámpara y el reflector ofrecen una unidad luminotécnica óptima.
- La cubierta evita el deslumbramiento y sirve también como ayuda, al montar o cambiar la lámpara.
- Diferentes diámetros, niveles de potencia y ángulos de radiación, una para cada necesidad de iluminación.
- Es regulable sin límite.
- Tiene varias posiciones de funcionamiento.
- Da una temperatura de color aproximada de 3000°K.

- Elaborada con la técnica UV-STOP.

1.6 EQUIVALENCIAS ENTRE LÁMPARAS.

La premisa para hacer equivalencias entre las lámparas fluorescentes y compactas es que tengan casi el mismo flujo luminoso. Con base en lo anterior, es posible establecer la siguiente tabla:

TIPO DE LÁMPARA	POTENCIA W	FLUJO LUMINOSO (Lm)	CRI	TEMPERATURA DE COLOR (°K)	VIDA ÚTIL (horas)
INCANDESCENTE	100	1,560	100	2,700	1,000
FLUORESCENTE COMPACTA	25	1,750	82	2,700	10,000
INCANDESCENTE	75	1,070	100	2,700	1,000
FLUORESCENTE COMPACTA	20	1,200	82	2,700	10,000
INCANDESCENTE	60	820	100	2,700	1,000
FLUORESCENTE COMPACTA	13	825	82	2,700/4,100	10,000
INCANDESCENTE	40	490	100	2,700	1,000
FLUORESCENTE COMPACTA	9	550	82	2,700/4,100	10,000
FLUORESCENTE T-12 A.I.*	75	5,200/6,100	79/62	5,000/4,100	12,000
FLUORESCENTE T-12 A.R.*	59	5,900	85	3,000/3,500/4,100	15,000
FLUORESCENTE T-12 A.I.	39	2,700/2,500	62/79	4,100/5,000	9,000
FLUORESCENTE T-8 A.R.	32	3,000	85	3,000/4,100	20,000
FLUORESCENTE T-12 A.R.	40	2,600/3,050	79/62	4,100/5,000	20,000
FLUORESCENTE T-8 A.R.	32	3,000	85	3,000/4,100	20,000
FLUORESCENTE T-12 A.I.	21	1,090/990	62/79	4,100/5,000	7,500
FLUORESCENTE T-8 A.R.	17	1,400	85	3,000/4,100	20,000
FLUORESCENTE T-12 A.I.	20	1,350	85	3,100/4,100/5,000	9,000
FLUORESCENTE T-8 A.R.	17	1,400	85	3,000/4,100	20,000
VAPOR DE MERCURIO	250	13,000	45	5,000	24,000
ADITIVOS METÁLICOS	125	13,000	65	---	10,000
LUZ MIXTA	160	3,000	60	5,000	12,000

SODIO PRESIÓN	DE	ALTA	70	4,400	60	—	15,000
------------------	----	------	----	-------	----	---	--------

*A.I.=) arranque instantáneo.

*A.R.=) arranque rápido

1.7 CONTROLES.

1.7.1 SENSORES DE PRESENCIA.

Los sensores infrarrojos de presencia o de movimiento, son dispositivos electrónicos que accionan automáticamente un interruptor al detectar un movimiento y con esto activan el sistema de iluminación, cuando la zona que cubre el sensor se encuentra vacío este se acciona nuevamente y apaga las lámparas que controle.

Para la colocación del sensor se toman varias situaciones como la arquitectura del área, el mobiliario, la cantidad de luminarios a controlar, etc.

El sensor de presencia sustituye la función del apagador y su funcionamiento se optimiza, sobretodo en aquellas áreas donde el personal prolonga su estancia en altas horas de la noche y los espacios alrededor de este lugar ya se encuentren desocupados y la necesidad de tener los luminarios apagados es manifiesta, por lo que solo se mantendrá iluminada el área ocupada.

El principio de funcionamiento puede ser de los tipos siguientes:

1. INFRARROJO.

Este tipo de sensor reacciona ante determinadas fuentes de energía tales como las que emana el cuerpo humano. Estos captan la presencia detectando la diferencia entre el calor emitido por el cuerpo humano y el espacio a su alrededor.

Haciendo referencia a los detectores PIR (Marca Bticino), estos utilizan un lente Fresnel que distribuye los rayos infrarrojos en diferentes radios o zonas, los cuales tienen diferentes longitudes e inclinaciones, obteniéndose así una mejor cobertura del área a controlar. Cuando ocurre un cambio de temperatura en algunos de estos radios o zonas es cuando se detecta la presencia y se acciona.

Este dispositivo integra un filtro especial de luz que elimina toda la posibilidad de tener una falsa detección originada por la luz visible (rayos solares), así como también circuitos especiales que dan mayor inmunidad a ondas de radio frecuencia.

2. ULTRASÓNICO.

Los detectores ultrasónicos Modelo Watt Stopper (Marca Bticino) son detectores volumétricos que se basan en el principio Doppler. Los sensores emiten ondas de sonido ultrasónico hacia el área a controlar, los cuales rebotan en los objetos presentes y regresan al receptor del detector. El movimiento de una persona en el área provoca que las ondas de sonido regresen con una

frecuencia diferente a la cual fue emitida, lo cual permite la detección de presencia.

Los sensores ultrasónicos contienen un transmisor y uno o varios receptores. Estos transmiten las ondas sonoras a una alta frecuencia generadas por un oscilador de cristal de cuarzo, dicha frecuencia es tan alta que no alcanza a ser percibida por el hombre.

Dado que la cobertura ultrasónica puede detectar a través de puertas y divisiones que existan en el área a controlar, es necesario darle una ubicación adecuada al dispositivo para evitar así posibles detecciones fuera de la zona a cubrir.

Las áreas con alfombra gruesa y materiales antiacústicos absorben el sonido ultrasónico y pueden reducir la cobertura, la eficiencia del sensor puede verse afectada por el flujo excesivo del aire (rejillas de aire acondicionado, ventiladores, calefactores, etc.).

3. TECNOLOGÍA DUAL.

Esta tecnología es una patente de la línea Watt Stopper marca bñicino, esta es una combinación de las primeras, y proporciona de esta forma el control de la iluminación en las áreas donde sensores de una tecnología pudiesen ser vulnerables a la detección.

Esta tecnología permite que el sensor aproveche las mejores características de ambas tecnologías para así ofrecer una mayor sensibilidad y exactitud de operación. Además presenta diferentes configuraciones de operación, la Standard enciende la iluminación cuando las dos tecnologías detectan ocupación de forma simultánea, la mantiene encendida mientras una de las dos siga detectando presencia y la apaga cuando el área se haya desocupado.

Un ejemplo de aplicación puede presentarse en un SITE de comunicaciones o en una sala de cómputo: El flujo del aire (que se genera por el aire acondicionado) puede provocar falsos encendidos para un sensor ultrasónico, mientras que la falta de actividad pudiese provocar falsos apagones con un detector de rayos infrarrojos, este problema se puede resolver con esta tecnología (DUAL), ya que para el encendido de las luces, el detector en su configuración Standard necesita detección de presencia de las dos tecnologías, mientras que para mantener la luz encendida, sólo es necesario que alguna de las dos tecnologías detecte movimiento por mínimo que este sea.

Existe una gran variedad de marcas y modelos, de los que podemos enlistar los siguientes:

- Universal Energy Control Inc.
- Sensor Switch Inc.
- Light Alert
- Watt Stopper.
- Honeywell.
- Legrand.

- Lithonia.
- Unenco.
- Bticino.

A continuación se describirán una serie de sensores de la línea Watt Stopper de la marca Bticino:

DETECTOR AUTOMÁTICO TECNOLOGÍA INFRARROJA DE PARED.

Las especificaciones técnicas son las siguientes:

- Tecnología avanzada infrarroja.
- Voltaje de operación dual: 120/227 Volts.
- Carga máxima: 800 Watts de balastro.
- No requiere carga mínima.
- Tiene una cobertura de 180° y 93 metros cuadrados.
- Led indicador de detección.
- Micro interruptor que permite seleccionar el funcionamiento manual o automático y ajustar el tiempo de apagado automático de 15 segundos a 30 minutos.
- Ajustar el nivel de luz necesario de 108 a 1614 luxes.
- Ajustar la sensibilidad de detección.
- No presenta corriente de fuga a la carga cuando esta apagado.
- Tiene protección contra caídas de voltaje.
- Tiene unas dimensiones de 72 mm x 122 mm x 37 mm.
- Tiene las certificaciones NOM, ANCE, y el sello FIDE, además de la UL en Estados Unidos.

INFRARROJO DE OCUPACIÓN.

- Tecnología avanzada infrarroja.
- Voltaje de operación: 24 Volts.
- Carga máxima: se necesita conectar a la fuente de poder.
- Corriente de control de salida máxima: 110 Ma.

- Tiene una cobertura de 90° y 28 metros cuadrados.
- Led indicador de detección.
- Perillas que permiten ajustar el tiempo de apagado de 30 segundos a 30 minutos y ajustar la sensibilidad de detección.
- Tiene unas dimensiones de 64 mm x 64 mm x 29 mm.
- Tiene las certificaciones NOM, ANCE, y el sello FIDE, además de la UL en Estados Unidos.

INFRARROJO DE OCUPACIÓN A 360°.

- Tecnología avanzada infrarroja.
- Voltaje de operación de 24 Volts.
- Carga máxima: se necesita conectar a una fuente de poder.
- La cobertura varía de acuerdo al modelo a elegir.
- Led indicador de detección.
- Perillas que permiten ajustar el tiempo de apagado de 15 segundos a 30 minutos y ajustar la sensibilidad de detección.
- Ajuste de luz necesario de 432,044 luxes.
- Relevador con contactos aislados NA y NC.
- Sobresale del techo 0.99 cm.
- Tiene protección contra caídas de voltaje.
- Tiene unas dimensiones de 85 mm de diámetro x 56 mm de profundidad.
- Tiene las certificaciones NOM, ANCE, y el sello FIDE, además de la UL en Estados Unidos.

DETECTOR ULTRASÓNICO DE OCUPACIÓN.

- Tecnología Ultrasónica.
- Voltaje de operación: 24 Volts.
- Carga máxima: se necesita conectar a la fuente de poder.
- Transmisión omnidireccional de 360°

- Frecuencia ultrasónica de 25 kHz. +/- 0.005%.
- La cobertura varía de acuerdo al modelo a elegir.
- Circuitos avanzados de procesamiento de señales.
- Receptores resistentes a la temperatura y a la humedad.
- Led indicador de detección.
- Ajuste de luz necesario de 432,044 luxes.
- Perillas que permiten ajustar el tiempo de apagado de 15 segundos a 15 minutos y ajustar la sensibilidad de detección.
- Tiene unas dimensiones de 115 mm x 115 mm x 32 mm.
- Tiene las certificaciones NOM, ANCE, y el sello FIDE, además de la UL en Estados Unidos.

DETECTOR DE OCUPACIÓN DE TECNOLOGÍA DUAL.

- Tecnología infrarroja y ultrasónica.
- Voltaje de operación: 24 Volts.
- Carga máxima: se necesita conectar a la fuente de poder.
- Frecuencia ultrasónica de 40 kHz. +/- 0.006%.
- Relevador con contactos aislados NA y NC.
- Led para indicar detección de tecnología infrarroja.
- Led para indicar detección de tecnología ultrasónica.
- Perillas y puentes direccionales que permiten ajustar el nivel de luz necesario de 27 a 4,627 luxes y ajustar el tiempo de apagado automático de 15 segundos a 15 minutos y ajustar la sensibilidad de detección.
- Tiene las certificaciones NOM, ANCE, y el sello FIDE, además de la UL en Estados Unidos.

1.7.2 FOTOCELIDAS.

Son dispositivos automáticos que se utilizan para el encendido y apagado de los luminarios. Estos controles funcionan proporcionalmente con la iluminación natural, por lo que es recomendable instalarlos en las zonas o áreas donde no se requiera que se mantengan encendidos los luminarios todo el día.

Las fotoceldas de precisión operan bajo un regulador de tiempo preajustado, de tal manera que cuando se energiza en condiciones bajas de nivel de iluminación que prevalecen después de un tiempo predeterminado, el interruptor del fotocontrol se cerrará, por lo que se encenderán automáticamente los luminarios.

1.7.3 RELOJES.

La aplicación más común es la de realizar el encendido y apagado a una hora determinada de luces.

Hay dos tipos de relojes básicamente:

Timers que operan eléctricamente accionando mecánicamente el interruptor. Este tipo de dispositivo mecánico se encuentra para usarse las 24 horas del día, algunos de este modelo cuentan con un ajuste astronómico que compensan las variaciones en la duración del día y la noche de acuerdo a la época del año.

Hay otros modelos que cuentan con un mecanismo de cuerda como respaldo de la energía eléctrica.

Relojes electrónicos. Estos utilizan circuitos integrados de bajo costo, alta precisión y que incorporan funciones como calendarios y ajustes astronómicos para los 365 días del año. Este tipo de reloj controla la energía eléctrica de los circuitos por medio de relevadores, algunos tienen la posibilidad de manejar dos ó más relevadores con horario distinto, estos por lo general tienen una batería de respaldo en caso de que falle la alimentación eléctrica.

CAPÍTULO II.

VENTAJAS DEL USO EFICIENTE Y AHORRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA.

2.1 BENEFICIOS PARA EL USUARIO.

Desde el punto de vista del usuario, el ahorro de energía eléctrica es una inversión muy rentable. La estructura de la factura eléctrica depende del tipo de usuario, con lo que se determina la tarifa conectada.

Generalmente la tarifa está formada por los siguientes conceptos:

- Por consumo de energía eléctrica (kWh).
- Por demanda máxima (kW).
- Por cargos fijos (mantenimiento, por ejemplo).
- Por bajo factor de potencia (cuando es menor a 0.9).
- Cargo mínimo.

Ahorrar energía incide favorablemente en los conceptos anteriores porque tiende a reducir la corriente, aunque no afecta los cargos fijos. El caso del factor de potencia es un caso particular, porque así como puede representar un recargo de hasta 20% también puede convertirse en una bonificación hasta de 2.5%.

Aunque en algunos equipos eléctricos existen pérdidas mecánicas (por fricción, inercia, etc.) puede decirse que el ahorro de energía eléctrica en sistemas eléctricos gira alrededor de una cuestión fundamental: de la cantidad de energía disipada al medio en forma de calor. Este proceso es un fenómeno irreversible, ya que no hay forma de hacer que esa energía disipada regrese a la red, de manera que es una pérdida absoluta. Estas pérdidas pueden ser de origen eléctrico (efecto Joule) o magnético (histéresis y corrientes parásitas). Las pérdidas debidas al efecto Joule son directamente proporcionales al producto de la resistencia efectiva por el cuadrado de la corriente eficaz y en la práctica son por mucho las más importantes.

De acuerdo con lo anterior, se deduce que una disminución de la corriente favorece en general a la eficiencia de los sistemas eléctricos. Existen por supuesto excepciones: un motor o un transformador trabajando en vacío manejan corrientes mínimas y sin embargo su eficiencia es cero, ya que no transfiere energía alguna a la carga.

El caso de los conductores es distinto; ya sea un delgado alambre magneto o un grueso cable de potencia, la resistencia depende de su calibre, del material, de la longitud, de la frecuencia y de la temperatura a la que trabaje. La temperatura a su vez está determinada por la técnica de instalación y del ambiente en el que opere pero sobre todo de la corriente que maneje. Un

conductor que tenga una corriente alta se calentará y con ello elevará sus pérdidas.

Por ejemplo un alambre de cobre que debido a la corriente trabaja a 100°C, presentará una resistencia 1.314 veces mayor que cuando se encuentra a 20°C sin conducir corriente.

Esto implica que las pérdidas por efecto Joule en dicho conductor aumentarán 31.4% por causa del efecto térmico de la corriente. Pero éste no es el único inconveniente; el aislamiento del conductor sufrirá las consecuencias del calentamiento.

En la práctica se considera que por cada 10°C de incremento en la temperatura promedio de operación, la resistencia del aislamiento y su vida útil se reduce a la mitad, con las inevitables consecuencias negativas en la seguridad y en los costos de mantenimiento por mano de obra y material. Esto es válido también para motores, reguladores, arrancadores, reactores, balastos, transformadores, etc.

Independientemente del efecto térmico de la corriente al circular por los conductores, las pérdidas variarán en forma cuadrática con respecto a dicha corriente. Por tanto, si la corriente se duplica entonces las pérdidas se cuadruplican; en cambio si la corriente se reduce por ejemplo 30% entonces las pérdidas decrecerán 51% y si se reduce 60% entonces las pérdidas bajarán 84%.

Otro beneficio que se obtiene al reducir la corriente es la mejora en la regulación de tensión, ya que a mayor corriente mayor caída de voltaje. Por ejemplo, ignorando el efecto térmico, si la corriente se reduce 20% la caída decrece también 20%, es decir la caída de tensión varía en la misma forma en que varía la corriente.

Una reducción de la corriente en diversos puntos de la instalación eléctrica reducirá la corriente de todo el sistema, reflejándose directamente en la demanda instantánea y por lo tanto en la demanda máxima facturable, ya que ésta es función del voltaje, del número de fases, del factor de potencia y de dicha corriente.

Reducir la corriente y por lo tanto las pérdidas proporcionan otro beneficio adicional; disminuir la carga térmica. Cada kWh de pérdidas requiere 3.412 BTU de aire acondicionado. Como cada tonelada de a/c equivale a 12,000 BTU, entonces cada 3.5 kWh ahorrado equivalen a una tonelada de aire acondicionado.

Ahorrar energía eléctrica ya sea a través de la corrección del factor de potencia, del uso del equipo altamente eficiente, de una mejor filosofía de operación y control o por cualquier otro medio, también permite ahorrar en cableado para obras nuevas o existentes, kVA de transformador, equipo de protección, mantenimiento, etc.

Sin embargo el beneficio más evidente e inmediato es la disminución del importe de la factura eléctrica a través de la optimización del consumo, demanda máxima y factor de potencia alcanzados al ahorrar energía eléctrica. Para el uso industrial, la energía eléctrica representa un cierto porcentaje de sus costos de producción, que en algunos casos puede ser muy importante. Existe un índice energético llamado intensidad energética que relaciona la energía consumida para lograr una unidad de producto terminado.

2.2 APOYOS QUE OFRECE EL FIDEICOMISO PARA EL AHORRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA.

El FIDE es un organismo privado no lucrativo, que promueve el uso racional y eficiente de la energía eléctrica por medio de asesoría técnica y proyectos que involucren el ahorro de energía eléctrica en los sectores, industrial, comercial y de servicios.

Los apoyos que ofrece el FIDE a nivel industrial se describen a continuación:

- Proyectos de Ahorro de energía eléctrica.- Apoyo financiero para la implementación de medidas que permitan ahorrar energía eléctrica, cuyo período de recuperación sea máximo de 3 años.
- Financiamiento para la adquisición de equipos ahorradores. El cual se otorga para la adquisición e instalación de equipos ahorradores de energía eléctrica, como lo son: motores eléctricos de alta eficiencia, lámparas ahorradoras, luminarios eficientes, equipos de aire acondicionado de alta eficiencia, etc.

Como resultado de los diversos proyectos de ahorro de energía eléctrica que el FIDE ha financiado, se presentan a continuación aquellos en los cuales se ha encontrado el mayor nivel de ahorro y la máxima rentabilidad:

PRINCIPALES MEDIDAS CORRECTIVAS DE AHORRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA INDUSTRIA.
Sustitución de motores eléctricos de eficiencia estándar por motores eléctricos de alta eficiencia.
Sustitución de compresores recíprocos o de tipo pistón por compresores de tipo tornillo.
Instalación de variadores de velocidad.
Optimización de sistemas de alumbrado mediante la sustitución de lámparas y balastos de eficiencia convencional por equipos de alta eficiencia, así como la instalación de reflectores especulares.
Optimización de sistemas de aire acondicionado y de sistemas de refrigeración.
Optimización de sistemas de bombeo.
Implantación de programas de administración de la energía eléctrica y control de demanda.
Optimización del factor de potencia.
Optimización el proceso productivo.

Utilización de aceites orgánicos de última generación tecnológica, como el aceite sintético.

Implantación de sistemas de cogeneración.

La aplicación de acciones de ahorro de energía eléctrica resulta técnicamente factible y económicamente rentable, las medidas de ahorro de energía eléctrica antes indicadas han permitido optimizar los procesos productivos de las empresas y reducir sus costos de producción, así como en las cuales se ha encontrado el mayor nivel de ahorro y la máxima rentabilidad.

DIFUSIÓN:

Se han impreso y distribuido 35 números de la revista Energía Racional y 75 del boletín NOTIFIDE, 81 fascículos técnicos y más de 100 hojas caso. Además se han utilizado otros medios como: radio, televisión, prensa, diversos materiales impresos, audiovisuales, anuncios espectaculares. Se han formado 40 comités de ahorro de energía eléctrica en empresas, grupos corporativos y asociaciones de empresas industriales y comerciales.

Todas estas actividades se han llevado a cabo con el fin de motivar e informar a todos los usuarios de la importancia que tiene el ahorro de energía eléctrica en nuestro país.

NORMALIZACIÓN:

La Comisión Nacional de Ahorro de Energía de la Secretaría de Energía es el organismo responsable de la normalización de la eficiencia energética, de acuerdo con la Ley Federal Sobre Metrología y Normalización.

El FIDE y el PAESE participan activamente desde el año de 1993, en los siguientes comités:

- Comité Consultivo Nacional de Normalización para la Preservación y Uso Racional de los Recursos Energéticos (CCNNPURRE), que preside la Comisión Nacional para el Ahorro de Energía (CONAE).
- El Comité Consultivo Nacional de Normalización de Instalaciones Eléctricas (CCNNIE), que es presidido por la Secretaría de Energía.
- El Comité Consultivo Nacional de Normalización de Seguridad e Higiene y Medio Ambiente Laboral que encabeza la Secretaría del Trabajo y Previsión Social.

SELLO FIDE:

Es un programa de identificación voluntaria de productos eficientes sobresalientes en el ahorro de energía eléctrica a los que, después de comprobar su alto nivel de eficiencia, se otorga una licencia para portar una etiqueta denominada SELLO FIDE. Este se otorga a los fabricantes y/o distribuidores que sometan sus productos al "Proceso de evaluación para el otorgamiento del SELLO FIDE", con el cuál deberán comprobar al FIDE que

sus niveles de eficiencia energética cumplen con lo establecido en las especificaciones del SELLO FIDE.

El cual surge como una respuesta a la necesidad del usuario de identificar, entre una gran variedad de productos existentes en el mercado, aquellos que presentan un alto grado de eficiencia energética. Asimismo, permite reconocer y apreciar los avances tecnológicos de los fabricantes e induce a la formación de una nueva cultura de compra en el sector consumidor.

Aquellos productos que, por su uso generalizado y potencial de ahorro, dentro de la variedad de productos y además son utilizados en las instalaciones eléctricas de nuestro país, han sido considerados por el FIDE, para establecer este programa de identificación a los siguientes equipos.

- a) Motores eléctricos de inducción trifásicos y monofásicos de 5 HP a 500 HP, respectivamente.
- b) Equipos de iluminación como: lámparas fluorescentes compactas, circulares y lineales, lámparas de vapor de sodio en alta presión y balastos para las mismas; luminarios para uso interior, exterior y uso industrial o alumbrado público.
- c) Aparatos electrodomésticos como: refrigeradores, equipos de aire acondicionado y lavadoras de ropa.
- d) Motobombas hidráulicas con motor exterior o con motor sumergible hasta 220 HP.
- e) Controles de ahorro de energía eléctrica como: sensores de presencia.
- f) Televisores, videocaseteras y DVD'S.

Los beneficios del SELLO FIDE son:

Para el fabricante:

El FIDE realiza una campaña nacional de difusión para dar a conocer el sello y sus beneficios invita al usuario a adquirir y usar productos así identificados.

El SELLO FIDE podrá ser utilizado por el fabricante con fines de mercadotecnia y propaganda de sus productos, marcas y empresas.

El fabricante que tenga productos identificados con este sello podrá participar en los programas de financiamiento que el propio FIDE realiza para promocionar la fabricación, compra y uso de los productos eficientes en el ahorro de energía eléctrica.

Para el consumidor:

Al adquirir y utilizar los productos identificados con el SELLO FIDE, los usuarios podrán reducir el pago por consumo de energía eléctrica, mejorando así su economía. Además podrán recibir financiamiento para comprar productos eficientes identificados con este sello.

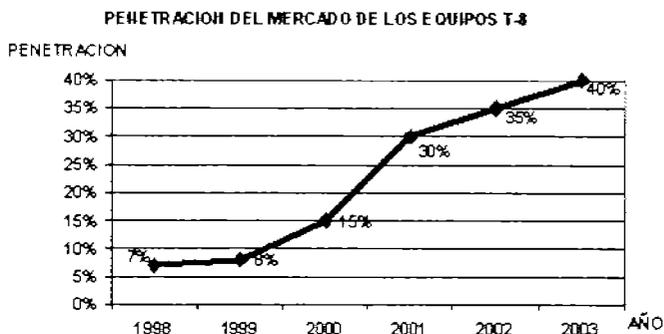
Aunado a esto mejorará la operación de sus instalaciones empleando productos que, además de ahorradores, son seguros y confiables.

Para el país:

Concientizar a la población sobre el mejor aprovechamiento de la energía eléctrica mediante la creación de una cultura energética en la compra y uso de productos ahorradores de energía eléctrica.

Reducir la emisión de gases contaminantes al ambiente, como consecuencia de un menor consumo de combustible por las plantas generadoras de energía eléctrica.

Fomentar la competitividad tecnológica y comercial entre fabricantes, que permita incorporar al mercado productos de mejor calidad y precio.



Nota: Las estimaciones realizadas están basadas en información proporcionada en los Aliados Comerciales.

2.3 FINANCIAMIENTOS QUE OTORGA EL FIDE.

Como parte de las actividades que realiza el FIDE para inducir el ahorro de energía eléctrica entre los usuarios del sector industrial, se encuentra la promoción de proyectos orientados a la reducción en el consumo de este energético, para cuya ejecución otorga los siguientes financiamientos.

PROYECTO I-1/2004

PROYECTOS DE AHORRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN GRUPOS CORPORATIVOS Y EN EMPRESAS REPRESENTATIVAS DE RAMAS INDUSTRIALES DE INTENSO CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA, CON FINANCIAMIENTO PARCIAL.

Objetivos.

- Impulsar el efecto multiplicador de los proyectos de ahorro de energía eléctrica, a través de una mayor participación de los grupos corporativos.
- Contar con proyectos de ahorro de energía eléctrica representativos de regiones del país, ramas industriales y grupos corporativos.
- Promover una mayor especialización de firmas consultoras en el diagnóstico, ejecución y evaluación de proyectos de ahorro de energía eléctrica.
- Impulsar una más activa participación de los distribuidores de equipo de alta eficiencia en las regiones del país con mayor desarrollo industrial.
- Promover el uso de nuevas tecnologías, instrumentos y herramientas informáticas que permitan reducir los costos y tiempos de ejecución, tanto de los diagnósticos energéticos, como de la aplicación de medidas.
- Impulsar la aplicación generalizada de medidas de efectividad comprobada en materia de ahorro de energía eléctrica.

Monto Presupuestado.

- \$3,500,000.00 como monto máximo a financiar para un proyecto, en un grupo corporativo, con un mínimo de 3 empresas, las cuales deberán registrar una demanda de energía eléctrica superior a 1,000 kW.
- \$1,000,000.00 para proyectos en empresas con demanda de energía eléctrica superior a 1,000 kW.
- \$500,000.00 para proyectos en empresas con demanda de energía eléctrica entre 300 y 1,000 kW.

Condiciones.

- En el caso de los proyectos en grupos corporativos, con la participación de, al menos 3 empresas de cada grupo, el FIDE financia

exclusivamente hasta el 50% del costo total de aplicación de medidas, debiendo cubrir el 50% restante el grupo corporativo, el que también sufraga el costo total de los diagnósticos energéticos.

- En el caso de los otros proyectos de ahorro de energía eléctrica, el FIDE financia hasta el 60% del costo total del primer proyecto y hasta el 40% o el 20%, cuando se trate de un segundo o tercer proyecto respectivamente.
- En caso de que la empresa requiera de un diagnóstico energético previo, éste podrá ser financiado hasta en un 100% por el FIDE, siempre y cuando la empresa reembolse la totalidad del financiamiento en dos pagos bimestrales iguales, a partir de la fecha de terminación del estudio estipulada en el contrato, independientemente de los ahorros logrados o por obtener, teniendo como máximo hasta 4 meses para desarrollar el diagnóstico energético.
- El periodo máximo autorizado para la aplicación de medidas será de seis meses, debiendo rembolsar la empresa el financiamiento otorgado por el FIDE, sin intereses, mediante un máximo de 8 pagos iguales, el primero de los cuales será a los 30 días después de la conclusión del proyecto, según el periodo estimado para la recuperación de la inversión total, y los 7 restantes (o menos) serán pagos trimestrales a partir de la fecha de reembolso del primer pagaré.
- Asimismo, siempre se preferirá la instalación de equipos que cuenten con sello FIDE.

PROYECTO I-2/2004

PROYECTOS DE AHORRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN EMPRESAS ALTAMENTE CONSUMIDORAS CON RECUPERACIÓN DEL COSTO FINANCIERO.

Objetivos.

- Impulsar el efecto multiplicador de los proyectos de ahorro de energía eléctrica, a través de una mayor participación de las empresas.
- Propiciar el uso de fuentes de financiamiento comercial.
- Demostrar que los proyectos de ahorro de energía eléctrica son rentables, aún incluyendo los intereses cobrados por su financiamiento.
- Ofrecer a la banca comercial suficiente experiencia de campo que le permita evaluar los riesgos y costos reales en este tipo de proyecto, en diferentes regiones y ramas industriales del país.
- Presentar a las firmas consultoras y distribuidores de alta eficiencia un espectro más amplio de actividades para su participación en proyectos de ahorro de energía eléctrica.

- Contribuir al proceso de transformación de estos mismos agentes en empresas de servicios energéticos, a través de la ejecución de proyectos integrales de ahorro de energía eléctrica, que incluyan la recuperación de los costos financieros de los créditos otorgados.
- Impulsar la aplicación generalizada de nuevos procedimientos, instrumentos, tecnologías y herramientas informáticas, cuya efectividad sea comprobada en la reducción de los costos y el tiempo de ejecución de proyectos de ahorro de energía eléctrica.

Monto Presupuestado.

- \$1,000,000.00 para proyectos en empresas con demanda de energía eléctrica superior a 1,000 kW.
- \$500,000.00 para proyectos en empresas con demanda de energía eléctrica entre 300 y 1,000 kW.

Condiciones.

- Se otorgará hasta el 100% del financiamiento para la ejecución del proyecto, en su fase correspondiente a la aplicación de medidas.
- En caso de requerirse un diagnóstico energético, previo a la aplicación de medidas, el costo del mismo será cubierto en su totalidad por la empresa, sin financiamiento del FIDE.
- El periodo máximo permitido para la aplicación de medidas será de seis meses, debiendo rembolsar la empresa el financiamiento otorgado por el FIDE y sus intereses, mediante un máximo de 12 pagos trimestrales fijos a partir de la conclusión del proyecto, según el período estimado para la recuperación de la inversión total. La tasa de interés será fija e igual al valor del costo porcentual promedio (cpp) al momento en que el FIDE autorice el proyecto, mas tres puntos porcentuales. El primer pago de reembolso deberá realizarse 30 días después de la conclusión del proyecto y los restantes 11 pagos (o menos), serán pagos trimestrales, a partir de la fecha de reembolso del primer pagaré.
- La recuperación del financiamiento se garantizará mediante la firma de los respectivos pagarés por la empresa.
- Asimismo, siempre se preferirá la instalación de equipos que cuenten con sello FIDE.

PROYECTO I-5/2004
REDUCCIÓN DE LA DEMANDA INDUSTRIAL EN HORAS PICO.

Objetivos.

- Apoyar las medidas que está implementando la CFE para mantener márgenes de reserva razonables.
- Reducir la demanda pico del sistema mediante el desplazamiento automático de cargas horas de demanda base.
- Hacer patente entre los usuarios industriales la conveniencia de controlar su demanda.
- Promover la formación de un mercado competitivo de servicios y equipos para la administración de la demanda.
- Superar las barreras de mercado que dificultan el uso racional de la energía eléctrica, particularmente en lo relacionado con el financiamiento.

Condiciones.

- En cada proyecto, el FIDE podrá financiar no más de \$500,000.00 y hasta el 100% del importe de las medidas para reducir la demanda máxima en la empresa. La tasa de interés será fija e igual al costo porcentual promedio (cpp) más tres puntos porcentuales y sobre saldos insolutos al momento en que el FIDE autorice el proyecto.
- Las acciones correctivas pueden consistir en la instalación de programadores, sistemas para almacenamiento de calor, frío o materiales, etc., siempre que reduzcan, en forma demostrable, la demanda máxima. No se financiará el diagnóstico energético. Tampoco se podrá otorgar un proyecto de este tipo a empresas que tengan vigente otro proyecto financiado por el FIDE.
- El tiempo de recuperación será máximo de 24 meses. La empresa reembolsará el financiamiento en cuatro pagos trimestrales de igual monto, el primero de los cuales deberá efectuarse a los 6 meses de la fecha de celebración del contrato.
- El periodo máximo autorizado para la aplicación de medidas será de seis meses; por lo que, de no haberse iniciado el proyecto en ese lapso, se cancelará.

CAPÍTULO III.

DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO.

Un diagnóstico energético es aquel estudio técnico – económico que nos permitirá observar las áreas de oportunidad que existen en alguna empresa para ahorrar energía eléctrica, el cual deberá cumplir con un desarrollo adecuado establecido por la CONAE y así obtener los resultados esperados en este proyecto de ahorro de energía eléctrica. El desarrollo se describe brevemente a continuación:

3.1 OBJETIVOS.

Los objetivos principales del diagnóstico energético son buscar e identificar principalmente:

- 1.-La eficiencia energética actual de la planta.
- 2.-Los potenciales de ahorro de energía eléctrica.
- 3.-Estimar la eficiencia energética posterior a la aplicación de medidas.
- 4.-Calcular la inversión requerida para la aplicación de medidas.
- 5.-Obtener el tiempo simple de recuperación de la inversión.

3.2 ALCANCES.

Los alcances de este proyecto se determinarán con la elaboración de un diagnóstico energético, es decir un estudio técnico-económico que determine las áreas de oportunidad que existen en una empresa para ahorrar energía eléctrica, el cual comprenderá los siguientes puntos:

- **Facturación Eléctrica.**
Análisis de cada uno de los conceptos de la facturación eléctrica para identificar posibles medidas de ahorro de energía (factor de potencia y opciones tarifarias).
- **Medición Eléctrica Horaria (MEH).**
Análisis del comportamiento energético del inmueble por medio de mediciones (voltaje, corriente y potencia), identificando posibles desperdicios de energía con respecto a su uso. Asimismo servirá para realizar una comparación con los datos de la facturación eléctrica, a fin de detectar fallas en la misma.
- **Equipamiento.**
Evaluación de las diferentes alternativas tecnológicas por medio de un estudio técnico-económico, con base en el censo de equipos de iluminación. Analizando marcas, eficiencias, niveles de iluminación, horas de vida, etc.

- **Eficiencia energética del inmueble.**

Determinación de los índices energéticos actuales y posteriores a la implantación de medidas, por medio de la comparación de la situación actual con la situación propuesta, para posteriormente obtener los ahorros.

- **Informe.**

Entrega de un reporte final con los resultados del diagnóstico energético, medidas técnicas y económicamente viables, montos de inversión y tiempos de recuperación.

- **Asistencia técnica en línea.**

Para la ejecución de la metodología, interpretación de los resultados e implantación de las medidas, la Conae ha diseñado e instalado un sistema de asistencia técnica en línea por medio de computadoras y a través de la red telefónica nacional.

3.3 METODOLOGÍA.

El análisis es una herramienta que se desarrolló en base a la metodología que se aplica a un diagnóstico energético para el sistema de alumbrado interior de un inmueble, cuyo propósito es asegurar la uniformidad, calidad y exactitud de los estudios.

Una característica muy importante de esta metodología es que es aplicable a un rango muy amplio de instalaciones, que van desde pequeñas oficinas hasta naves industriales, como en este caso. Debido a lo anterior, la metodología deberá ser aplicada bajo estricto apego a la misma, presentando la información requerida en los formatos indicados para el desarrollo adecuado del diagnóstico.

La metodología muestra las actividades necesarias para la realización de un diagnóstico energético, apoyados en la asistencia técnica de la Conae y el FIDE, ya sea directamente o a través de internet. Por un lado, la empresa o usuario interesado tienen que realizar las mediciones de los principales parámetros eléctricos, así como el levantamiento de datos; la Conae y el FIDE en conjunto analizan la información y proponen medidas de ahorro energía eléctrica.

3.3.1 PROCEDIMIENTO.

Para el desarrollo del diagnóstico energético, se establecen los siguientes pasos:

- **Levantamiento de datos.**

Básicamente se trata de la recopilación de datos generales del inmueble, como facturaciones históricas de energía eléctrica y la realización de un censo de iluminación con base a una zonificación arquitectónica del inmueble.

- **Medición Eléctrica Horaria.**

Medición, registro y graficación de los parámetros eléctricos durante el lapso de una semana completa a diferentes horas, en las instalaciones de la empresa.

- **Análisis de la información.**

Hacer una revisión exhaustiva de los datos obtenidos y tomar las decisiones adecuadas.

- **Establecimiento de medidas de ahorro de energía.**

Después de una evaluación técnico-económica de las diferentes alternativas tecnológicas en el sistema de iluminación, así como el análisis de las posibles mejoras operativas, se deberán implementar las medidas propuestas y dar un seguimiento a estas para corroborar los resultados esperados.

- **Realización del informe final.**

Elaboración de un reporte perfectamente elaborado, detallado y presentado, el cual incluye el procedimiento y los resultados obtenidos.

3.3.2 LEVANTAMIENTO DE DATOS.

En el proceso del diagnóstico energético una de las etapas de vital importancia para el desarrollo del estudio, es precisamente el levantamiento de datos, debido a que las siguientes etapas están fundamentadas en ella.

Como se mencionó en el procedimiento general, esta etapa será realizada por el usuario. El cuál podrá contar en todo momento con la asesoría de la CONAE y el FIDE.

La realización del levantamiento de datos requiere de personal capacitado, para esto es recomendable contratar asesores externos (consultores) de manera temporal.

Se recomienda que el personal encargado cuente con lo siguiente:

- Responsabilidad en la operación.
- Acceso a la información propia del inmueble, como son las facturas eléctricas y los planos arquitectónicos.
- Disponibilidad de tiempo completo. El tiempo de trabajo depende del tamaño del inmueble, complejidad del sistema, disponibilidad de la información, habilidad y tiempo dedicado a este.
- Autorización de acceso a todas las áreas del inmueble.
- Conocimientos básicos en equipos de iluminación.
- Equipo de medición (voltmetro, multímetro, luxómetro, etc.)

- Una o más personas que lo auxilien.

En el desarrollo del levantamiento de datos se establecen cuatro actividades relevantes que tendrán que capturarse en formatos:

1) Datos básicos del inmueble.

Se establecerán las características básicas del inmueble, para lo cual se recopilará la siguiente información.

*** Planta.**

Fecha: Anotar la fecha en la que se realizó el levantamiento de datos.

DEN IN: Este dato permanece en blanco, ya que la CONAE le asignará un número de diagnóstico.

Descripción: Anotar todas las características que resalten al inmueble.

Año de construcción: Anotar el año en que fue construido el inmueble.

Año de operación del inmueble: Anotar el año en que el inmueble comenzó a funcionar.

Uso del inmueble: Anotar el uso que se le da al inmueble, en este caso (planta industrial).

Nombre y dirección de la empresa: Nombre del inmueble o razón social al que corresponda y se referirá a la calle, número, localidad, municipio o delegación, código postal y el estado de la república mexicana donde se ubica el inmueble.

*** Construcción.**

Planta: Asignar la primera letra mayúscula del alfabeto (A), en caso de contar con un edificio. Si es el caso, a los siguientes edificios les corresponderán las subsecuentes letras del alfabeto en orden progresivo (por ejemplo: edificio 2=B, edificio 3=C).

Niveles: Anotar por cada edificio el número de niveles que tiene el inmueble, incluyendo sótanos, estacionamiento, etc.

Área por nivel típico: Anotar el área (m^2) de un nivel típico del inmueble, ésta se obtiene de los planos arquitectónicos o se realiza una medición aproximada (+/- 10% de error).

Área total del inmueble: Anotar la suma de todas las áreas de cada nivel incluyendo sótanos, estacionamientos, etc. (+/- 10% de error).

Suma área total: Sumar las áreas totales registradas de la planta (+/- 10% de error)

Superficie del terreno: Anotar el área de todo el terreno (m²).

***Censo de personas.**

Realizar un censo rápido del número de personas que se encuentran en la planta durante un día típico a diferentes periodos del día. Se recomienda que el censo lo realicen mínimo dos personas empezando por la planta alta hasta terminar por la planta baja, ya que requiere menos esfuerzo descender un nivel que ascender. Para fines prácticos el censo del personal se realiza dentro del rango horario mostrado.

Los horarios establecidos quedan de la siguiente manera:

HORARIO	PERSONAS	OBSERVACIONES
06:00-14:00	Anotar el número de personas que físicamente se encuentren en la planta, repitiéndose el proceso en los diferentes horarios.	Anotar cualquier actividad que haga variar la ocupación del inmueble respecto a la columna de horario, es decir, cambio de turno entrada o salida.
14:00-22:00		
22:00-6:00		

La importancia del censo del personal se justifica porque permite la elaboración de una gráfica personal y demanda eléctrica medida kW vs tiempo, en la cual se puede estimar la factibilidad de controlar el encendido y apagado del equipo alumbrado.

Responsable: Se deberá indicar el personal que participó en el levantamiento de datos, indicando nombre, cargo correspondiente y teléfono, con el fin de establecer comunicación en caso de alguna duda o aclaración referente a la información proporcionada.

Datos históricos de la facturación eléctrica: Antes de iniciar el proceso de captura se requiere recopilar datos eléctricos de las últimas facturas eléctricas, a fin de determinar el comportamiento anual de la planta.

La información que se debe recopilar de los recibos de la facturación eléctrica son:

a) Período: Anotar el periodo correspondiente a la facturación eléctrica de la siguiente forma:

Inicio del periodo: día/mes/año	Fin del periodo: día/mes/año
---------------------------------	------------------------------

b) Demanda máxima, consumo de energía, factor de potencia y facturación: Anotar la demanda máxima, consumo de energía, factor de potencia y facturación estos datos se localizan en el recibo de factura eléctrica.

Existen varias tarifas eléctricas en la que se puede contratar el suministro con base a la demanda eléctrica, lo que hace necesario el uso de un formato adecuado para el análisis de la información. En este caso el servicio es proporcionado por L y F en tarifa HM zona centro.

3) Zonificación del inmueble: Para realizar esta actividad se establecen dos pasos principales:

a) Obtener los planos arquitectónicos del inmueble: Los planos arquitectónicos deben ser de fachada y de cada uno de los niveles con que cuenta el inmueble. Es importante considerar, que las sumas totales de las áreas deben concordar con los metros cuadrados construidos del formato; "Datos básicos del inmueble".

b) Zonificación de las áreas: Con una copia de los planos arquitectónicos se lleva a cabo la zonificación de las áreas por cada nivel del inmueble, identificando las principales áreas de trabajo. A estas se les asignará un código de 2 dígitos, como se muestra en el siguiente ejemplo.

ZONA	ACTIVIDAD
01	General
02	Pasillos
03	Escaleras
04	Baños
05	Almacén
06	Producción

La numeración deberá ser en forma progresiva y en caso de existir dos o más áreas en el mismo nivel con la misma actividad, a ambas les corresponderán el mismo código.

Esta actividad se realiza para localizar adecuadamente el equipo de alumbrado y determinar la Densidad de Potencia Eléctrica del Alumbrado (DPEA) por tipo de actividad.

Para el llenado del formato de zonificación, a continuación se describen cada una de las columnas:

- **Planta:** Asignar la letra "A" mayúscula; en caso de haber un conjunto de edificios se asignarán letras diferentes, mismas que ya no cambiarán.
- **Nivel:** Para cada nivel de piso se asignarán dos dígitos; la letra "S" y un dígito para sótano; la letra "E" y un dígito para estacionamientos, las letras "P.B." para planta baja, etc.
- **Zona:** En los planos arquitectónicos se debe llevar a cabo una zonificación, la cual se hará obedeciendo el criterio de operación de la construcción; es decir se deberán marcar todas las áreas: pasillos, áreas generales, etc. Y así sucesivamente para cada nivel. Cuando el piso completo se identifique con una actividad única, la zona se indicará con los dígitos "00". Ejemplo:

A 03 06: se refiere al edificio A, tercer nivel, zona seis.

A E1 04: se refiere al edificio A, estacionamiento uno, zona cuatro.

- **Descripción:** Anotar el uso que se le da a la zona, ejemplo: pasillo, escaleras, almacén, etc.
- **Actividad:** Correspondiente al trabajo realizado con sus respectivos niveles de iluminación (luxes) requeridos para realizar la actividad dentro de esa zona.
- **Superficie:** Anotar la superficie de la zona, la cual se determina con ayuda de los planos arquitectónicos.
- **Observaciones:** Anotar si la zona cuenta con dispositivos ahorradores como: sensores de presencia, atenuadores, temporizadores, etc.

4) Censo de equipos de iluminación: El punto clave del levantamiento de datos e inclusive del diagnóstico energético, se encuentra en esta actividad. De ello depende que las estimaciones de los potenciales de ahorro de energía estén bien definidas. Por lo que se recomienda tener especial cuidado en este punto.

Para la captura de la información de deberán considerar los siguientes aspectos:

a) Localización de equipos (edificio, nivel y zona): Con base a la zonificación realizada previamente en los planos arquitectónicos, se realizará la localización de los luminarios, por lo que en el censo de equipos de alumbrado corresponderá a la codificación de la zonificación de áreas, indicándose con la misma clave el edificio, nivel y zona.

En el caso de existir más de un tipo de lámparas en la misma zona, deberá indicarlos, repitiendo la clave de edificio, nivel y zona.

b) Código de equipos: La codificación es la forma de identificar el equipo de alumbrado con claves. Cada fabricante tiene sus propias claves para designar a sus equipos, para evitar utilizar códigos específicos de algún fabricante, (COMISIÓN NACIONAL PARA EL AHORRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA) la CONAE ha designado a los equipos de alumbrado en una forma genérica. Debido a que la codificación de los equipos fluorescentes y HID es bastante densa por la información que representa, a continuación se proporciona su descripción.

Código para lámparas fluorescentes.

B, C, A, H, TS, TP	Tipo de Balastro (B-baja energía, C-convencional, A-ahorrador, H-Híbrido, TS-electrónico Standard, TP-electrónico alta calidad)
C, D, F, L	Acabado de lámpara (blanco cálido, blanco frío, luz de día, blanco ligero)
#	Primer dígito de potencia de lámpara.
A, C	Tipo de lámpara (Ahorradora o convencional)
1, 2, 3, 4	Número de lámparas por luminario.
R, I, P	Encendido (rápido, instantáneo y precalentado)
F, FU	Fluorescente F, tipo "U"

Código para lámparas de alta intensidad (HID):

SA	Sodio alta presión.
#	Potencia de la lámpara por diez (ejemplo 7=70 W; excepto 3=35 W)
CR, CCWA, CHX	Tipo de balastro

c) Descripción del equipo: Con el código del equipo, la descripción del mismo aparece automáticamente.

d) Potencia Unitaria (W): Al igual que la descripción del equipo, la potencia unitaria del equipo es una característica muy importante que se debe de registrar. Esto es para tener un mejor control de los equipos instalados.

e) Cantidad: Anotar el número de equipos existentes dentro de la zona.

f) Operación en demanda máxima (si/no): Identificar inicialmente el horario de operación y consumo de energía

g) Tiempo de uso semanal: Registrar el tiempo de uso promedio en horas/día que opera el equipo de alumbrado de cada zona. Esto es con el fin de lograr un mejor análisis. Para posteriormente obtener el tiempo de uso mensual y después anual.

h) Carga instalada (kW): La potencia unitaria se multiplica por la cantidad de equipos de iluminación con que cuenta la empresa.

i) Potencia en demanda máxima (kW): La carga instalada (equipos conectados de iluminación) será igual a la demanda máxima.

j) Consumo mensual (kWh/mes): Es el resultado de multiplicar el tiempo de uso (horas/año) por la carga instalada (kW). Para el sector industrial en tarifa HM se cuentan con tres horarios al día (base, intermedio y punta).

3.4 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN.

El análisis de la información lo llevan a cabo el FIDE (Fideicomiso Para el Ahorro de Energía Eléctrica) y la CONAE después de que el usuario realizó el levantamiento de datos; esto se debe a que el FIDE debe de comprobar que efectivamente se está ahorrando energía eléctrica y que además el proyecto es rentable; es decir, que la inversión se recupere en un periodo máximo de 36 meses. Y la CONAE debe de comprobar que realmente se está ahorrando energía eléctrica.

3.4.1 ANÁLISIS DE LA MEDICIÓN ELÉCTRICA.

Este análisis es para comparar los parámetros eléctricos con la facturación eléctrica. Los parámetros eléctricos de la medición deben ser similares a la facturación, si sucede lo contrario entonces la medición eléctrica no fue correcta esto puede ser debido a fallas del equipo o porque se tienen cargos eléctricos indebidos y así reclamar a la compañía suministradora (Luz y Fuerza del Centro mediante la tarifa HM, región Central).

Asimismo, sirve como antecedente previo a la implantación de medidas de ahorro de energía eléctrica y muestra el número de horas de consumo de energía eléctrica de todo el equipo eléctrico en un día común de trabajo.

Además de mostrar la posible existencia de desbalanceo de fases, las cuales provocan una reducción de vida de los equipos que operan en tres fases, envejecimiento prematuro de los conductores y detección de bajo factor de potencia. Dicha detección es para evitar una penalización económica por parte de la compañía suministradora (Luz y Fuerza del Centro).

La medición eléctrica muestra, si existen picos eléctricos de demanda, para los cuales se pueden implementar medidas para reducirlos y como consecuencia disminuir la facturación eléctrica.

3.4.2 ANÁLISIS DEL CENSO DEL EQUIPO DE ALUMBRADO.

Este análisis consiste en detectar la carga actual instalada en el sistema de iluminación y así poder observar que sucede con dicha carga, es decir si los equipos están sobredimensionados, obsoletos, si operan horas extras, etc., lo cual puede elevar el consumo de energía eléctrica. Los valores de este censo sirven como referencia para detectar si en el inmueble se aprovecha de manera eficiente la energía eléctrica en el área de iluminación.

3.4.3 ANÁLISIS ECONÓMICO.

El análisis económico se debe realizar tomando en cuenta la tarifa eléctrica del mes de agosto de 2004 y desglosado de la siguiente manera:

1.-Situación actual

- a) Demanda
- b) Consumo
- c) Facturación

2.- Situación propuesta

- a) Demanda
- b) Consumo
- c) Facturación

3.- Inversión

4.- Ahorros

- a) Demanda
- b) Consumo
- c) Facturación

El procedimiento del cálculo para determinar la rentabilidad del proyecto está basado en la metodología de la ingeniería económica, que es mediante la TIR (tasa interna de retorno de relación beneficio-costos), y así determinar el tiempo de recuperación.

La relación beneficio-costos es el resultado de dividir los ahorros económicos entre los de ambos a valor presente, esta relación debe ser mayor o igual a 1, en caso de no serlo se rechaza y se busca otra alternativa.

La tasa interna de retorno (TIR), es la tasa a la cual el valor presente es igual a cero, en otras palabras, es la tasa de interés pagada sobre una cantidad de dinero tomada en préstamo (financiamiento), de tal manera que el pago lleva el saldo a cero, en un periodo de tiempo establecido.

3.5 INFORMACIÓN GENERAL DEL INMUEBLE (TELAS ESPECIALES DE MÉXICO, S.A. DE C.V.).

TELAS ESPECIALES DE MÉXICO, S.A. DE C.V., inició sus actividades en el año de 1950 y debido a la demanda y calidad de sus productos ha ido creciendo de forma muy importante. Actualmente es una empresa mexicana dedicada a la fabricación de tela en tejido plano con especialidad en tapices automotrices y para aviones. También fabrica tela para diversos artículos: tapicería, forros de balones, zapatos, etc. Cuenta con 120 empleados en toda la planta, trabajando hasta 3 turnos.

La planta se encuentra ubicada en Lebrija No. 256, Col. Cerro de la Estrella, México, D.F., C.P. 09860.

El servicio de energía eléctrica de la planta es suministrado por Luz y Fuerza del Centro mediante la tarifa HM, región Central. Las características eléctricas en promedio de esta empresa son las siguientes:

- a) Consumo de energía eléctrica: 189,900 kWh/mes.
- b) Demanda máxima mensual: 420 kW.
- c) Factor de carga: 78.15 %.
- d) Monto de facturación mensual: \$ 144,020.00.
- e) Número de turnos: 3

3.5.1. MEDICIONES ELÉCTRICAS.

En los estudios energéticos, es indispensable que se lleven a cabo mediciones de las variables eléctricas, para observar el comportamiento de dichas variables. Por medio de las cuales se establecieron algunas de las medidas de ahorro de energía eléctrica. Dichas mediciones permitieron determinar la calidad del servicio eléctrico por parte de la Compañía de Luz y Fuerza del Centro, las cuales se realizaron durante cinco días (17 de julio 2004 - 21 de julio 2004).

Y se obtuvo que la demanda máxima es de 420 kW, el consumo mensual de 189,900 kWh/mes y la facturación de \$ 144,020.00. El desbalanceo en tensión es menor de 3.5% y el desbalanceo en corriente menor de 3.0% por lo que es aceptable. La tensión en el tablero principal registro un valor mínimo de 120 V y un máximo de 133 V. de acuerdo con la longitud de los conductores y su calibre, la caída de tensión es aceptable, por lo que la tensión de los tableros en cada área es muy próxima a la tensión nominal (127 V) de las cargas.

3.5.2 CARGA DE CONTACTOS.

La carga de contactos esta formada principalmente por el equipo que se encuentra instalado en las oficinas de la empresa como lo son: computadoras, impresoras, ventiladores, copiadoras, faxes, etc. Y además de los equipos que se encuentran instalados en el comedor como cafeteras, horno de microondas, calentadores de agua, etc. Cabe destacar que el mayor consumo de energía eléctrica corresponde a equipo de cómputo, calentadores de agua y copiadoras.

Es importante tomar en cuenta esta carga, que aunque es mínima en comparación con la carga total se debe de analizar para obtener resultados más reales.

3.5.3 SISTEMAS ACTUALES DE ILUMINACIÓN.

Se realizó un estudio detallado de todas las cargas que se encuentran instaladas en la empresa, el cual contempló los siguientes parámetros de evaluación:

- Condiciones de operación de la planta
- Eficiencia de operación de los equipos.
- Factor de carga de los equipos.
- Antigüedad de los equipos y sistemas.
- Horas de operación.

Y se llegó a la conclusión de que el sistema actual de iluminación es una oportunidad muy sencilla en la cual se pueden obtener importantes ahorros de energía eléctrica, ya que dicho sistema es obsoleto.

Posteriormente se llevó a cabo un levantamiento eléctrico para verificar el sistema de iluminación actual instalado. El cual se detalla a continuación:

Ubicación	Tipo de lámpara	Cantidad.	Arreglo
Piacas (Trociles 11 y 12)	Fluorescente	6	2 X 75W T-12
Salón de pacas empacadoras	Fluorescente	6	2 X 75W T-12
Batiente	Fluorescente	8	2 X 75W T-12
Cardas	Fluorescente	10	2 X 75W T-12
Estradoras	Fluorescente	6	2 X 75W T-12
Veloces	Fluorescente	6	2 X 75W T-12
Open End	Fluorescente	10	2 X 75W T-12
Trociles	Fluorescente	38	2 X 75W T-12
Torzales	Fluorescente	8	2 X 75W T-12
Coneras	Fluorescente	10	2 X 75W T-12
Almacén de hilos	Fluorescente	3	2 X 75W T-12
Pasillo pacas de despacho	Fluorescente	2	2 X 75W T-12
Taller mecánico	Fluorescente	8	2 X 75W T-12
Área de talleres	Fluorescente	9	2 X 75W T-12
Oficina de supervisión	Fluorescente	4	1 X 75W T-12
Sala de juntas	Fluorescente	3	1 X 75W T-12
Área de calderas	Fluorescente	3	2 X 75W T-12
Urdido Cocker	Fluorescente	10	2 X 75W T-12
Urdido Muzzi	Fluorescente	10	2 X 75W T-12
Urdido Fajas	Fluorescente	5	2 X 75W T-12
Engomado	Fluorescente	7	2 X 75W T-12
Sala de engomados	Fluorescente	6	2 X 75W T-12
Sanitario tejido	Fluorescente	2	2 X 75W T-12
Baños tejido	Fluorescente	1	2 X 75W T-12
Pasillo baños	Fluorescente	1	2 X 75W T-12
Compresores	Fluorescente	3	2 X 75W T-12
Pasillo tejido	Fluorescente	10	2 X 75W T-12
Oficina almacén crudos	Fluorescente	2	1 X 75W T-12
Almacén de crudos	Fluorescente	15	2 X 75W T-12
Tejido lanzadora y canillera	Fluorescente	24	2 X 75W T-12
Salón de rama	Fluorescente	30	2 X 75W T-12
Área preparado	Fluorescente	18	2 X 75W T-12

Área exprimidora	Fluorescente	3	2 X 75W T-12
Área Jiggers	Fluorescente	11	2 X 75W T-12
Cocina de colores	Fluorescente	2	2 X 75W T-12
Laboratorio	Fluorescente	3	2 X 75W T-12
Pared exterior taller mecanizado	Fluorescente	1	2 X 75W T-12
Almacén de refacciones	Fluorescente	9	2 X 75W T-12
Área de productos químicos	Fluorescente	4	2 X 75W T-12
Subestación	Fluorescente	4	2 X 75W T-12
Cuarto de bombas	Fluorescente	1	2 X 75W T-12
Cocina y comedor	Fluorescente	3	2 X 75W T-12
Caseta de vigilancia	Incandescente	4	1x100W
Cuarto de entrevistas	Incandescente	4	1x100W
Capilla	Incandescente	9	1x100W
Área pared externa Jiggers	Fluorescente	1	2 X 75W T-12
Archivo	Fluorescente	1	2 X 75W T-12
Oficina contabilidad	Fluorescente	4	2 X 75W T-12
Sanitarios contabilidad	Fluorescente	2	2 X 75W T-12
Oficina Dirección	Fluorescente	5	2 X 75W T-12

CAPÍTULO IV.

INGENIERÍA ECONÓMICA DEL PROYECTO.

4.1 ESTUDIO DE NIVELES DE ILUMINACIÓN ACTUAL Y PROPUESTO.

Se procedió a medir el nivel de iluminación en todas las áreas de la planta, mediante un luxómetro marca Yokogawa, No. 69BH0332, analógico, con tres escalas (300,1000 y 3000 Luxes), de fotocelda independiente, dicho análisis se muestra a continuación:

Ubicación	Luxes Actuales	Luxes Propuestos
Placas (Trociles 11 y 12)	206	326
Salón de pacas empacadoras	167	235
Batiente	212	316
Cardas	205	322
Estiradoras	222	354
Veloces	198	314
Open End	196	317
Trociles	206	326
Torzales	208	329
Coneras	245	365
Almacén de hilos	122	245
Pasillo pacas de despacho	35	56
Taller mecánico	132	266
Área de talleres	145	256
Oficina de supervisión	419	512
Sala de juntas	446	519
Área de calderas	134	267
Urdido Cocker	204	312
Urdido Muzzi	224	356
Urdido Fajas	216	329
Engomado	203	332
Sala de julios engomados	204	312
Sanitario tejido	34	56
Baños tejido	32	54
Pasillo baños	41	62
Compresores	45	65
Pasillo tejido	38	57
Oficina almacén crudos	416	503
Almacén de crudos	126	246
Tejido lanzadora y canillera	198	326
Salón de rama	205	342
Área preparado	207	346
Área exprimidora	221	365
Área Jiggers	216	364

Cocina de colores	205	322
Laboratorio	221	367
Pared exterior taller mecanizado	45	64
Almacén de refacciones	123	245
Área de productos químicos	112	232
Subestación	45	65
Cuarto de bombas	112	234
Cocina y comedor	216	378
Caseta de vigilancia	113	204
Cuarto de entrevistas	328	502
Capilla	56	64
Área pared externa Jiggers	45	67
Archivo	113	226
Oficina contabilidad	456	523
Sanitarios contabilidad	37	65
Oficina Dirección	145	256
TOTAL	8,655	13,500

4.2 RESUMEN DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN ACTUAL.

El sistema de iluminación actual se puede resumir de la siguiente manera:

Ubicación.	Demanda	Consumo	Facturación \$/año
		total, kwh/año	
Placas (Trociles 11 y 12)	1.044	8,418.816	7,103.897
Salón de pacas empacadoras	1.044	8,418.816	7,103.897
Batiente	1.392	11,225.088	9,471.863
Cardas	1.740	14,031.360	11,839.829
Estiradoras	1.044	8,418.816	7,103.897
Veloces	1.044	8,418.816	7,103.897
Open End	1.740	14,031.360	11,839.829
Trociles	6.612	53,319.168	44,991.349
Torzales	1.392	11,225.088	9,471.863
Coneras	1.740	14,031.360	11,839.829
Almacén de hilos	0.522	4,209.408	3,551.949
Pasillo pacas de despacho	0.348	2,806.272	2,367.966
Taller mecánico	1.392	11,225.088	9,471.863
Area de talleres	1.566	12,628.224	10,655.846
Oficina de supervisión	0.348	2,806.272	2,367.966
Sala de juntas	0.261	2,104.704	1,775.974
Área de calderas	0.522	4,209.408	3,551.949
Urdido Cocker	1.740	14,031.360	11,839.829

Urdido Muzzi	1.740	14,031.360	11,839.829
Urdido Fajas	0.870	7,015.680	5,919.914
Engomado	1.218	9,821.952	8,287.880
Sala de julios engomados	1.044	8,418.816	7,103.897
Sanitario tejido	0.348	2,806.272	2,367.966
Baños tejido	0.174	1,403.136	1,183.983
Pasillo baños	0.174	1,403.136	1,183.983
Compresores	0.522	4,209.408	3,551.949
Pasillo tejido	1.740	14,031.360	11,839.829
Oficina almacén crudos	0.174	1,403.136	1,183.983
Almacén de crudos	2.610	21,047.040	17,759.743
Tejido lanzadora y canillera	4.176	33,675.264	28,415.589
Salón de rama	5.220	42,094.080	35,519.486
Área preparado	3.132	25,256.448	21,311.691
Área exprimidora	0.522	4,209.408	3,551.949
Área Jiggers	1.914	15,434.496	13,023.811
Cocina de colores	0.348	2,806.272	2,367.966
Laboratorio	0.522	4,209.408	3,551.949
Pared exterior taller mecanizado	0.174	1,403.136	1,183.983
Almacén de refacciones	1.566	12,628.224	10,655.846
Área de productos químicos	0.696	5,612.544	4,735.931
Subestación	0.696	5,612.544	4,735.931
Cuarto de bombas	0.174	1,403.136	1,183.983
Cocina y comedor	0.522	4,209.408	3,551.949
Caseta de vigilancia	0.400	3,225.600	2,721.800
Cuarto de entrevistas	0.400	3,225.600	2,721.800
Capilla	0.900	7,257.600	6,124.049
Área pared externa Jiggers	0.174	1,403.136	1,183.983
Archivo	0.174	1,403.136	1,183.983
Oficina contabilidad	0.696	5,612.544	4,735.931
Sanitarios contabilidad	0.348	2,806.272	2,367.966
Oficina Dirección	0.870	7,015.680	5,919.914
TOTAL	59.729	481,654.656	406,425.933

4.3 ESTUDIO ECONÓMICO Y AMORTIZACIÓN DEL PROYECTO.

El servicio de energía eléctrica de la planta es suministrado por Luz y Fuerza del Centro mediante la tarifa HM, región Central.

Las características eléctricas de esta empresa son las siguientes:

- a) Consumo de energía eléctrica promedio: 189,900 kWh/mes.
- b) Demanda máxima promedio mensual: 420 kW
- c) Factor de carga: 78.15 %
- d) Monto promedio de facturación mensual: \$ 164,020.00
- e) Número de turnos: 3

Ahorro de energía en demanda (kW)	40.373
Ahorro de energía en consumo (kWh/año)	325,571.904
Ahorro anual en facturación, \$ (IVA incluido)	274,721.449
Inversión, \$ (IVA incluido)	¿?
Período simple de recuperación (años)	¿?

Medida: Optimización del sistema de alumbrado, mediante el cambio de arreglos de 2x75 watts a arreglos de 2x32 watts en línea, con reflector especular y balastos electrónicos, así como la sustitución de lámparas incandescentes de 100 watts por lámparas fluorescentes compactas de 13 watts.

Objetivo: Reducir la demanda y consumo de energía eléctrica a través de la optimización del sistema de iluminación de diversas áreas de la planta, mediante la sustitución de luminarios con arreglos de 2x75 watts a arreglos de 2x32 watts en línea, con reflector especular y balastro electrónico, así como la sustitución de lámparas incandescentes de 100 watts por lámparas fluorescentes compactas de 13 watts.

Introducción: El sistema de iluminación representa una oportunidad muy sencilla, en donde se puede obtener un importante ahorro de energía eléctrica.

Como primer paso se realizó un levantamiento eléctrico para verificar el alumbrado actual instalado y del cual se obtuvieron los siguientes datos:

Levantamiento Eléctrico.

Ubicación	Cantidad	Arreglo
Piacas (Trociles 11 y 12)	6	2 X 75W T-12
Salón de pacas empacadoras	6	2 X 75W T-12
Batiente	8	2 X 75W T-12
Cardas	10	2 X 75W T-12
Estiradoras	6	2 X 75W T-12
Veloces	6	2 X 75W T-12
Open End	10	2 X 75W T-12
Trociles	38	2 X 75W T-12
Torzales	8	2 X 75W T-12
Coneras	10	2 X 75W T-12
Almacén de hilos	3	2 X 75W T-12
Pasillo pacas de despacho	2	2 X 75W T-12
Taller mecánico	8	2 X 75W T-12
Área de talleres	9	2 X 75W T-12
Oficina de supervisión	4	1 X 75W T-12
Sala de juntas	3	1 X 75W T-12
Área de calderas	3	2 X 75W T-12
Urdido Cocker	10	2 X 75W T-12
Urdido Muzzi	10	2 X 75W T-12
Urdido Fajas	5	2 X 75W T-12
Engomado	7	2 X 75W T-12
Sala de engomados	6	2 X 75W T-12
Sanitario tejido	2	2 X 75W T-12
Baños tejido	1	2 X 75W T-12
Pasillo baños	1	2 X 75W T-12
Compresores	3	2 X 75W T-12
Pasillo tejido	10	2 X 75W T-12
Oficina almacén crudos	2	1 X 75W T-12
Almacén de crudos	15	2 X 75W T-12
Tejido lanzadora y canillera	24	2 X 75W T-12
Salón de rama	30	2 X 75W T-12
Área preparado	18	2 X 75W T-12
Área exprimidora	3	2 X 75W T-12
Área Jiggers	11	2 X 75W T-12

Cocina de colores	2	2 X 75W T-12
Laboratorio	3	2 X 75W T-12
Pared exterior taller mecanizado	1	2 X 75W T-12
Almacén de refacciones	9	2 X 75W T-12
Área de productos químicos	4	2 X 75W T-12
Subestación	4	2 X 75W T-12
Cuarto de bombas	1	2 X 75W T-12
Cocina y comedor	3	2 X 75W T-12
Caseta de vigilancia	4	1x100W
Cuarto de entrevistas	4	1x100W
Capilla	9	1x100W
Área pared externa Jiggers	1	2 X 75W T-12
Archivo	1	2 X 75W T-12
Oficina contabilidad	4	2 X 75W T-12
Sanitarios contabilidad	2	2 X 75W T-12
Oficina Dirección	5	2 X 75W T-12

Situación actual:

Del levantamiento realizado se procedió a determinar la demanda, consumo y facturación eléctrica que actualmente tienen estos equipos, tomando como base las horas de operación al año en cada horario y considerando que el balastro electromagnético consume el 16% adicional de la potencia de las lámparas, se tiene lo siguiente:

Demanda Actual.

Ubicación	Carga de gabinetes (watts)	Demanda total (kW)
Placas (Trociels 11 y 12)	174.00	1.044
Salón de pacas empacadoras	174.00	1.044
Batiente	174.00	1.392
Cardas	174.00	1.740
Estiradoras	174.00	1.044
Veloces	174.00	1.044
Open End	174.00	1.740
Trociels	174.00	6.612
Torzales	174.00	1.392
Coneras	174.00	1.740
Almacén de hilos	174.00	0.522

Pasillo pacas de despacho	174.00	0.348
Taller mecánico	174.00	1.392
Área de talleres	174.00	1.566
Oficina de supervisión	87.00	0.348
Sala de juntas	87.00	0.261
Área de calderas	174.00	0.522
Urdido Cocker	174.00	1.740
Urdido Muzzi	174.00	1.740
Urdido Fajas	174.00	0.870
Engomado	174.00	1.218
Sala de engomados	174.00	1.044
Sanitario tejido	174.00	0.348
Baños tejido	174.00	0.174
Pasillo baños	174.00	0.174
Compresores	174.00	0.522
Pasillo tejido	174.00	1.740
Oficina almacén crudos	87.00	0.174
Almacén de crudos	174.00	2.610
Tejido lanzadora y canillera	174.00	4.176
Salón de rama	174.00	5.220
Área preparado	174.00	3.132
Área exprimidora	174.00	0.522
Área Jiggers	174.00	1.914
Cocina de colores	174.00	0.348
Laboratorio	174.00	0.522
Pared exterior taller mecanizado	174.00	0.174
Almacén de refacciones	174.00	1.566
Área de productos químicos	174.00	0.696
Subestación	174.00	0.696
Cuarto de bombas	174.00	0.174
Cocina y comedor	174.00	0.522
Caseta de vigilancia	100.00	0.400
Cuarto de entrevistas	100.00	0.400
Capilla	100.00	0.900
Área pared externa Jiggers	174.00	0.174
Archivo	174.00	0.174
Oficina contabilidad	174.00	0.696
Sanitarios contabilidad	174.00	0.348

Oficina Dirección	174.00	0.870
TOTAL		59.729

Consumo Eléctrico Actual.

Ubicación	HORAS BASE	HORAS INTERMEDIA	HORAS PUNTA	Consumo base, kwh/año	Consumo intermedio, kwh/año	Consumo punta, kwh/año	Consumo total, kwh/año
as (Trociiles 11 y 12)	2,688	4,896	480	2,806.272	5,111.424	501.120	8,418.816
ión de pacas mpacadoras	2,688	4,896	480	2,806.272	5,111.424	501.120	8,418.816
Batiente	2,688	4,896	480	3,741.696	6,815.232	668.160	11,225.088
Cardas	2,688	4,896	480	4,677.120	8,519.040	835.200	14,031.360
Estiradoras	2,688	4,896	480	2,806.272	5,111.424	501.120	8,418.816
Veloces	2,688	4,896	480	2,806.272	5,111.424	501.120	8,418.816
Open End	2,688	4,896	480	4,677.120	8,519.040	835.200	14,031.360
Trociiles	2,688	4,896	480	17,773.056	32,372.352	3,173.760	53,319.168
Torzales	2,688	4,896	480	3,741.696	6,815.232	668.160	11,225.088
Coneras	2,688	4,896	480	4,677.120	8,519.040	835.200	14,031.360
macén de hilos	2,688	4,896	480	1,403.136	2,555.712	250.560	4,209.408
silo pacas de despacho	2,688	4,896	480	935.424	1,703.808	167.040	2,806.272
iller mecánico	2,688	4,896	480	3,741.696	6,815.232	668.160	11,225.088
ea de talleres	2,688	4,896	480	4,209.408	7,667.136	751.680	12,628.224
Oficina de supervisión	2,688	4,896	480	935.424	1,703.808	167.040	2,806.272
ala de juntas	2,688	4,896	480	701.568	1,277.856	125.280	2,104.704
ea de calderas	2,688	4,896	480	1,403.136	2,555.712	250.560	4,209.408
rdido Cocker	2,688	4,896	480	4,677.120	8,519.040	835.200	14,031.360
rdido Muzzi	2,688	4,896	480	4,677.120	8,519.040	835.200	14,031.360
rdido Fajas	2,688	4,896	480	2,338.560	4,259.520	417.600	7,015.680
Engomado	2,688	4,896	480	3,273.984	5,963.328	584.640	9,821.952
Sala de julios engomados	2,688	4,896	480	2,806.272	5,111.424	501.120	8,418.816
anitario tejido	2,688	4,896	480	935.424	1,703.808	167.040	2,806.272
Baños tejido	2,688	4,896	480	467.712	851.904	83.520	1,403.136
Pasillo baños	2,688	4,896	480	467.712	851.904	83.520	1,403.136
Compresores	2,688	4,896	480	1,403.136	2,555.712	250.560	4,209.408
Pasillo tejido	2,688	4,896	480	4,677.120	8,519.040	835.200	14,031.360
icina almacén crudos	2,688	4,896	480	467.712	851.904	83.520	1,403.136
acén de crudos	2,688	4,896	480	7,015.680	12,778.560	1,252.800	21,047.040
do lanzadora y canillera	2,688	4,896	480	11,225.088	20,445.696	2,004.480	33,675.264
alón de rama	2,688	4,896	480	14,031.360	25,557.120	2,505.600	42,094.080
ea preparado	2,688	4,896	480	8,418.816	15,334.272	1,503.360	25,256.448
ea exprimidora	2,688	4,896	480	1,403.136	2,555.712	250.560	4,209.408
Área Jiggers	2,688	4,896	480	5,144.832	9,370.944	918.720	15,434.496

Cocina de colores	2,688	4,896	480	935.424	1,703.808	167.040	2,806.272
Laboratorio	2,688	4,896	480	1,403.136	2,555.712	250.560	4,209.408
Oficina exterior taller mecanizado	2,688	4,896	480	467.712	851.904	83.520	1,403.136
Almacén de refacciones	2,688	4,896	480	4,209.408	7,667.136	751.680	12,628.224
Oficina de productos químicos	2,688	4,896	480	1,870.848	3,407.616	334.080	5,612.544
Subestación	2,688	4,896	480	1,870.848	3,407.616	334.080	5,612.544
Cuarto de bombas	2,688	4,896	480	467.712	851.904	83.520	1,403.136
Cocina y comedor	2,688	4,896	480	1,403.136	2,555.712	250.560	4,209.408
Oficina de vigilancia	2,688	4,896	480	1,075.200	1,958.400	192.000	3,225.600
Cuarto de entrevistas	2,688	4,896	480	1,075.200	1,958.400	192.000	3,225.600
Capilla	2,688	4,896	480	2,419.200	4,406.400	432.000	7,257.600
Oficina de pared externa Jiggers	2,688	4,896	480	467.712	851.904	83.520	1,403.136
Archivo	2,688	4,896	480	467.712	851.904	83.520	1,403.136
Oficina contabilidad	2,688	4,896	480	1,870.848	3,407.616	334.080	5,612.544
Sanitarios contabilidad	2,688	4,896	480	935.424	1,703.808	167.040	2,806.272
Cocina Dirección	2,688	4,896	480	2,338.560	4,259.520	417.600	7,015.680
TOTAL				160,551.552	292,433.184	28,669.920	481,654.656

Facturación Eléctrica Actual.

Ubicación	Costo de la demanda, \$/año	Costo del consumo base, \$/año	Costo del consumo intermedio, \$/año	Costo del consumo punta, \$/año	Costo total, \$/año
Pacas (Trociiles 11 y 12)	1,327.216	1,500.794	3,272.845	1,003.042	7,103.897
Salón de pacas empacadoras	1,327.216	1,500.794	3,272.845	1,003.042	7,103.897
Batiente	1,769.622	2,001.059	4,363.793	1,337.389	9,471.863
Cardas	2,212.027	2,501.324	5,454.741	1,671.736	11,839.829
Estradoras	1,327.216	1,500.794	3,272.845	1,003.042	7,103.897
Veloces	1,327.216	1,500.794	3,272.845	1,003.042	7,103.897
Open End	2,212.027	2,501.324	5,454.741	1,671.736	11,839.829
Trociiles	8,405.703	9,505.030	20,728.017	6,352.598	44,991.349
Torzaes	1,769.622	2,001.059	4,363.793	1,337.389	9,471.863
Coneras	2,212.027	2,501.324	5,454.741	1,671.736	11,839.829
Almacén de hilos	663.608	750.397	1,636.422	501.521	3,551.949
Pasillo pacas de despacho	442.405	500.265	1,090.948	334.347	2,367.966
Taller mecánico	1,769.622	2,001.059	4,363.793	1,337.389	9,471.863
Área de talleres	1,990.824	2,251.191	4,909.267	1,504.563	10,655.846
Oficina de supervisión	442.405	500.265	1,090.948	334.347	2,367.966
Sala de juntas	331.804	375.199	818.211	250.760	1,775.974
Área de calderas	663.608	750.397	1,636.422	501.521	3,551.949

Urdido Cocker	2,212.027	2,501.324	5,454.741	1,671.736	11,839.829
Urdido Muzzi	2,212.027	2,501.324	5,454.741	1,671.736	11,839.829
Urdido Fajas	1,106.014	1,250.662	2,727.371	835.868	5,919.914
Engomado	1,548.419	1,750.927	3,818.319	1,170.215	8,287.880
Sala de julios engomados	1,327.216	1,500.794	3,272.845	1,003.042	7,103.897
Sanitario tejido	442.405	500.265	1,090.948	334.347	2,367.966
Baños tejido	221.203	250.132	545.474	167.174	1,183.983
Pasillo baños	221.203	250.132	545.474	167.174	1,183.983
Compresores	663.608	750.397	1,636.422	501.521	3,551.949
Pasillo tejido	2,212.027	2,501.324	5,454.741	1,671.736	11,839.829
Oficina almacén crudos	221.203	250.132	545.474	167.174	1,183.983
Almacén de crudos	3,318.041	3,751.986	8,182.112	2,507.604	17,759.743
Tejido lanzadora y canillera	5,308.865	6,003.177	13,091.379	4,012.167	28,415.589
Salón de rama	6,636.082	7,503.971	16,364.224	5,015.209	35,519.486
Área preparado	3,981.649	4,502.383	9,818.534	3,009.125	21,311.691
Área exprimidora	663.608	750.397	1,636.422	501.521	3,551.949
Área Jiggers	2,433.230	2,751.456	6,000.215	1,838.910	13,023.811
Cocina de colores	442.405	500.265	1,090.948	334.347	2,367.966
Laboratorio	663.608	750.397	1,636.422	501.521	3,551.949
Pared exterior taller mecanizado	221.203	250.132	545.474	167.174	1,183.983
Almacén de refacciones	1,990.824	2,251.191	4,909.267	1,504.563	10,655.846
Área de productos químicos	884.811	1,000.530	2,181.897	668.695	4,735.931
Subestación	884.811	1,000.530	2,181.897	668.695	4,735.931
Cuarto de bombas	221.203	250.132	545.474	167.174	1,183.983
Cocina y comedor	663.608	750.397	1,636.422	501.521	3,551.949
Caseta de vigilancia	508.512	575.017	1,253.964	384.307	2,721.800
Cuarto de entrevistas	508.512	575.017	1,253.964	384.307	2,721.800
Capilla	1,144.152	1,293.788	2,821.418	864.691	6,124.049
Área pared externa Jiggers	221.203	250.132	545.474	167.174	1,183.983
Archivo	221.203	250.132	545.474	167.174	1,183.983
Oficina contabilidad	884.811	1,000.530	2,181.897	668.695	4,735.931
Sanitarios contabilidad	442.405	500.265	1,090.948	334.347	2,367.966
Oficina Dirección	1,106.014	1,250.662	2,727.371	835.868	5,919.914
TOTAL	75,932.283	85,862.970	187,244.968	57,385.712	406,425.933

MEMORIA DE CÁLCULO:

A continuación se muestra la memoria de cálculo de las tablas anteriores, realizado para el área de Placas (Trociles 11 y 12):

Para calcular la demanda:

$$kW = (L \times W_{Lamp} \times \%_{Perd.} \times C) / 1000$$

Donde:

kW = Demanda.

L = Número de lámparas.

W_{Lamp} = Potencia de las lámparas, en watts.

$\%_{Perd.}$ = Por ciento de pérdidas por el balastro.

C = Cantidad de arreglos de lámparas.

Sustituyendo en la fórmula anterior se tiene:

$$kW = (2 \times 75 \times 1.16 \times 6) / 1,000 = \underline{\underline{1.044 \text{ kW}}}$$

Ahora bien, para determinar el consumo, se tienen tres diferentes horarios, dada la tarifa en la cual se encuentra conectada la empresa; por lo que se determinará el consumo en cada uno de ellos:

$$kWh_B = kW \times H_B$$

$$kWh_I = kW \times H_I$$

$$kWh_P = kW \times H_P$$

Donde:

kWh_B = Consumo en el horario base, en kWh/año.

H_B = Horas base al año.

kWh_I = Consumo en el horario intermedio, en kWh/año.

H_I = Horas intermedias al año.

kWh_P = Consumo en el horario punta, en kWh/año.

H_P = Horas punta al año.

Despejando lo anterior se tiene:

$$\text{kWh}_B = 1.044 \times 2.688 = 2,806.272 \text{ kWh/año}$$

$$\text{kWh}_I = 1.044 \times 4,896 = 5,111.424 \text{ kWh/año}$$

$$\text{kWh}_P = 1.044 \times 480 = 501.12 \text{ kWh/año}$$

El consumo total será:

$$\text{kWh/año} = \text{kWh}_B + \text{kWh}_I + \text{kWh}_P = 2,806.272 + 5,111.424 + 501.12$$

$$\text{kWh/año} = \underline{\underline{8,418.816}}$$

Por último, para determinar la facturación eléctrica, primero se consideraron los precios de la energía eléctrica bajo la tarifa Hm, región Central del mes de Agosto de 2004:

$$\text{Costo del kW} = \$105.94$$

$$\text{Costo del kWh base} = \$0.5348$$

$$\text{Costo del kWh intermedio} = \$0.6403$$

$$\text{Costo del kWh punta} = \$2.0016$$

Dado lo anterior, los cálculos se realizaron de la siguiente forma:

$$\text{Costo por demanda} = \text{kW} \times \$\text{kW} \times 12 = 1.044 \times 105.94 \times 12 = \$1,327.216^1$$

$$\text{Costo por consumo, } H_B = \text{kWh}_B \times \$\text{kWh}_B = 2,806.272 \times 0.5348 = \$1,500.794$$

$$\text{Costo por consumo, } H_I = \text{kWh}_I \times \$\text{kWh}_I = 5,111.424 \times 0.6403 = \$3,272.845$$

$$\text{Costo por consumo, } H_P = \text{kWh}_P \times \$\text{kWh}_P = 501.12 \times 2.0016 = \$1,003.042$$

Por lo tanto, el costo total será:

$$\begin{aligned} \text{Costo total} &= \text{Costo por demanda} + \text{Costo por consumo, } H_B + \text{Costo por} \\ &= \text{Consumo, } H_I + \text{Costo por consumo, } H_P = \\ &= 1,327.216 + 1,500.794 + 3,272.845 + 1003.042 = \\ &= \underline{\underline{\$7,103.897 \text{ al año}}} \end{aligned}$$

¹ Considerando que son 12 meses

Situación propuesta:

La propuesta consiste en sustituir los arreglos de lámparas de 2 x 75 watts, por arreglos de lámparas de 2 x 32 watts con reflector especular, además de sustituir los balastos electromagnéticos por balastos electrónicos de alta eficiencia. Por último se propuso sustituir las lámparas incandescentes de 100 watts por lámparas fluorescentes compactas de 13 watts. Con lo anterior se procedió a calcular la demanda, consumo y facturación con esta aplicación:

Del catálogo del proveedor, se tomó el dato que el conjunto lámpara – balastro consumían un total de 57 watts, y que la lámpara fluorescente compacta consume 17 watts.

Demanda Eléctrica Propuesta.

Ubicación.	Arreglo.	Cantidad.	Carga de gabinetes en watts.	Demanda total, kW.
Placas (Trociles 11 y 12)	2 X 32W T-8	6	57.00	0.342
Salón de pacas empacadoras	2 X 32W T-8	6	57.00	0.342
Batiente	2 X 32W T-8	8	57.00	0.456
Cardas	2 X 32W T-8	10	57.00	0.570
Estiradoras	2 X 32W T-8	6	57.00	0.342
Veloces	2 X 32W T-8	6	57.00	0.342
Open End	2 X 32W T-8	10	57.00	0.570
Trociles	2 X 32W T-8	38	57.00	2.166
Torzales	2 X 32W T-8	8	57.00	0.456
Coneras	2 X 32W T-8	10	57.00	0.570
Almacén de hilos	2 X 32W T-8	3	57.00	0.171
Pasillo pacas de despacho	2 X 32W T-8	2	57.00	0.114
Taller mecánico	2 X 32W T-8	8	57.00	0.456
Área de talleres	2 X 32W T-8	9	57.00	0.513
Oficina de supervisión	1 X 32W T-8	4	28.50	0.114
Sala de juntas	1 X 32W T-8	3	28.50	0.086
Área de calderas	2 X 32W T-8	3	57.00	0.171
Urdido Cocker	2 X 32W T-8	10	57.00	0.570
Urdido Muzzi	2 X 32W T-8	10	57.00	0.570
Urdido Fajas	2 X 32W T-8	5	57.00	0.285
Engomado	2 X 32W T-8	7	57.00	0.399
Sala de julios engomados	2 X 32W T-8	6	57.00	0.342
Sanitario tejido	2 X 32W T-8	2	57.00	0.114
Baños tejido	2 X 32W T-8	1	57.00	0.057

Pasillo baños	2 X 32W T-8	1	57.00	0.057
Compresores	2 X 32W T-8	3	57.00	0.171
Pasillo tejido	2 X 32W T-8	10	57.00	0.570
Oficina almacén crudos	1 X 32W T-8	2	28.50	0.114
Almacén de crudos	2 X 32W T-8	15	57.00	0.855
Tejido lanzadora y canillera	2 X 32W T-8	24	57.00	1.368
Salón de rama	2 X 32W T-8	30	57.00	1.710
Área preparado	2 X 32W T-8	18	57.00	1.026
Área exprimidora	2 X 32W T-8	3	57.00	0.171
Área Jiggers	2 X 32W T-8	11	57.00	0.627
Cocina de colores	2 X 32W T-8	2	57.00	0.114
Laboratorio	2 X 32W T-8	3	57.00	0.171
Pared exterior taller mecanizado	2 X 32W T-8	1	57.00	0.057
Almacén de refacciones	2 X 32W T-8	9	57.00	0.513
Área de productos químicos	2 X 32W T-8	4	57.00	0.228
Subestación	2 X 32W T-8	4	57.00	0.228
Cuarto de bombas	2 X 32W T-8	1	57.00	0.057
Cocina y comedor	2 X 32W T-8	3	57.00	0.171
Caseta de vigilancia	1x13W	4	17.00	0.068
Cuarto de entrevistas	1x13W	4	17.00	0.068
Capilla	1x13W	9	17.00	0.153
Área pared externa Jiggers	2 X 32W T-8	1	57.00	0.057
Archivo	2 X 32W T-8	1	57.00	0.057
Oficina contabilidad	2 X 32W T-8	4	57.00	0.228
Sanitarios contabilidad	2 X 32W T-8	2	57.00	0.114
Oficina Dirección	2 X 32W T-8	5	57.00	0.285
TOTAL		355	-	19.356

Consumo Eléctrico Propuesto.

Ubicación	HORAS BASE	HORAS INTERMEDIA	HORAS PUNTA	Consumo base, kwh/año	Consumo intermedio, kwh/año	Consumo punta, kwh/año	Consumo total, kwh/año
Placas (Trociles 11 y 12)	2,688	4,896	480	919.296	1,674.432	164.160	2,757.888
Salón de pacas empacadoras	2,688	4,896	480	919.296	1,674.432	164.160	2,757.888
Batiente	2,688	4,896	480	1,225.728	2,232.576	218.880	3,677.184
Cardas	2,688	4,896	480	1,532.160	2,790.720	273.600	4,596.480

Estradoras	2,688	4,896	480	919.296	1,674.432	164.160	2,757.888
Veloces	2,688	4,896	480	919.296	1,674.432	164.160	2,757.888
Open End	2,688	4,896	480	1,532.160	2,790.720	273.600	4,596.480
Trociles	2,688	4,896	480	5,822.208	10,604.736	1,039.680	17,466.624
Torzales	2,688	4,896	480	1,225.728	2,232.576	218.880	3,677.184
Coneras	2,688	4,896	480	1,532.160	2,790.720	273.600	4,596.480
Almacén de hilos	2,688	4,896	480	459.648	837.216	82.080	1,378.944
Pasillo pacas de despacho	2,688	4,896	480	306.432	558.144	54.720	919.296
Taller mecánico	2,688	4,896	480	1,225.728	2,232.576	218.880	3,677.184
Área de talleres	2,688	4,896	480	1,378.944	2,511.648	246.240	4,136.832
Oficina de supervisión	2,688	4,896	480	306.432	558.144	54.720	919.296
Sala de juntas	2,688	4,896	480	229.824	418.608	41.040	689.472
Área de calderas	2,688	4,896	480	459.648	837.216	82.080	1,378.944
Urdido Cocker	2,688	4,896	480	1,532.160	2,790.720	273.600	4,596.480
Urdido Muzzi	2,688	4,896	480	1,532.160	2,790.720	273.600	4,596.480
Urdido Fajas	2,688	4,896	480	766.080	1,395.360	136.800	2,298.240
Engomado	2,688	4,896	480	1,072.512	1,953.504	191.520	3,217.536
Sala de julios engomados	2,688	4,896	480	919.296	1,674.432	164.160	2,757.888
Sanitario tejido	2,688	4,896	480	306.432	558.144	54.720	919.296
Baños tejido	2,688	4,896	480	153.216	279.072	27.360	459.648
Pasillo baños	2,688	4,896	480	153.216	279.072	27.360	459.648
Compresores	2,688	4,896	480	459.648	837.216	82.080	1,378.944
Pasillo tejido	2,688	4,896	480	1,532.160	2,790.720	273.600	4,596.480
Oficina almacén crudos	2,688	4,896	480	306.432	558.144	54.720	919.296
Almacén de crudos	2,688	4,896	480	2,298.240	4,186.080	410.400	6,894.720
Tejido lanzadora y canillera	2,688	4,896	480	3,677.184	6,697.728	656.640	11,031.552
Salón de rama	2,688	4,896	480	4,596.480	8,372.160	820.800	13,789.440
Área preparado	2,688	4,896	480	2,757.888	5,023.296	492.480	8,273.664
Área exprimidora	2,688	4,896	480	459.648	837.216	82.080	1,378.944
Área Jiggers	2,688	4,896	480	1,685.376	3,069.792	300.960	5,056.128
Cocina de colores	2,688	4,896	480	306.432	558.144	54.720	919.296
Laboratorio	2,688	4,896	480	459.648	837.216	82.080	1,378.944
Pared exterior taller mecanizado	2,688	4,896	480	153.216	279.072	27.360	459.648
Almacén de refacciones	2,688	4,896	480	1,378.944	2,511.648	246.240	4,136.832
Área de productos químicos	2,688	4,896	480	612.864	1,116.288	109.440	1,838.592
Subestación	2,688	4,896	480	612.864	1,116.288	109.440	1,838.592

Cuarto de bombas	2,688	4,896	480	153.216	279.072	27.360	459.648
Cocina y comedor	2,688	4,896	480	459.648	837.216	82.080	1,378.944
Caseta de vigilancia	2,688	4,896	480	182.784	332.928	32.640	548.352
Cuarto de entrevistas	2,688	4,896	480	182.784	332.928	32.640	548.352
Capilla	2,688	4,896	480	411.264	749.088	73.440	1,233.792
Área pared externa Jiggers	2,688	4,896	480	153.216	279.072	27.360	459.648
Archivo	2,688	4,896	480	153.216	279.072	27.360	459.648
Oficina contabilidad	2,688	4,896	480	612.864	1,116.288	109.440	1,838.592
Sanitarios contabilidad	2,688	4,896	480	306.432	558.144	54.720	919.296
Oficina Dirección	2,688	4,896	480	766.080	1,395.360	136.800	2,298.240
TOTAL				52,027.584	94,764.528	9,290.640	156,082.752

Facturación Eléctrica Propuesta.

Ubicación	Costo de la demanda, \$/año	Costo del consumo base, \$/año	Costo del consumo intermedio, \$/año	Costo del consumo punta, \$/año	Costo total, \$/año
Placas (Trociles 11 y 12)	434.778	491.640	1,072.139	328.583	2,327.139
Salón de pacas empacadoras	434.778	491.640	1,072.139	328.583	2,327.139
Batiente	579.704	655.519	1,429.518	438.110	3,102.852
Cardas	724.630	819.399	1,786.898	547.638	3,878.565
Estiradoras	434.778	491.640	1,072.139	328.583	2,327.139
Veloces	434.778	491.640	1,072.139	328.583	2,327.139
Open End	724.630	819.399	1,786.898	547.638	3,878.565
Trociles	2,753.592	3,113.717	6,790.212	2,081.023	14,738.545
Torzales	579.704	655.519	1,429.518	438.110	3,102.852
Coneras	724.630	819.399	1,786.898	547.638	3,878.565
Almacén de hilos	217.389	245.820	536.069	164.291	1,163.569
Pasillo pacas de despacho	144.926	163.880	357.380	109.528	775.713
Taller mecánico	579.704	655.519	1,429.518	438.110	3,102.852
Área de talleres	652.167	737.459	1,608.208	492.874	3,490.708
Oficina de supervisión	144.926	163.880	357.380	109.528	775.713
Sala de juntas	108.694	122.910	268.035	82.146	581.785
Área de calderas	217.389	245.820	536.069	164.291	1,163.569
Urdido Cocker	724.630	819.399	1,786.898	547.638	3,878.565
Urdido Muzzi	724.630	819.399	1,786.898	547.638	3,878.565
Urdido Fajas	362.315	409.700	893.449	273.819	1,939.282
Engomado	507.241	573.579	1,250.829	383.346	2,714.995

Sala de julios engomados	434.778	491.640	1,072.139	328.583	2,327.139
Sanitario tejido	144.926	163.880	357.380	109.528	775.713
Baños tejido	72.463	81.940	178.690	54.764	387.856
Pasillo baños	72.463	81.940	178.690	54.764	387.856
Compresores	217.389	245.820	536.069	164.291	1,163.569
Pasillo tejido	724.630	819.399	1,786.898	547.638	3,878.565
Oficina almacén crudos	144.926	163.880	357.380	109.528	775.713
Almacén de crudos	1,086.944	1,229.099	2,680.347	821.457	5,817.847
Tejido lanzadora y canillera	1,739.111	1,966.558	4,288.555	1,314.331	9,308.555
Saión de rama	2,173.889	2,458.198	5,360.694	1,642.913	11,635.694
Área preparado	1,304.333	1,474.919	3,216.416	985.748	6,981.416
Área exprimidora	217.389	245.820	536.069	164.291	1,163.569
Área Jiggers	797.093	901.339	1,965.588	602.402	4,266.421
Cocina de colores	144.926	163.880	357.380	109.528	775.713
Laboratorio	217.389	245.820	536.069	164.291	1,163.569
Pared exterior taller mecanizado	72.463	81.940	178.690	54.764	387.856
Almacén de refacciones	652.167	737.459	1,608.208	492.874	3,490.708
Área de productos químicos	289.852	327.760	714.759	219.055	1,551.426
Subestación	289.852	327.760	714.759	219.055	1,551.426
Cuarto de bombas	72.463	81.940	178.690	54.764	387.856
Cocina y comedor	217.389	245.820	536.069	164.291	1,163.569
Caseta de vigilancia	86.447	97.753	213.174	65.332	462.706
Cuarto de entrevistas	86.447	97.753	213.174	65.332	462.706
Capilla	194.506	219.944	479.641	146.998	1,041.088
Área pared externa Jiggers	72.463	81.940	178.690	54.764	387.856
Archivo	72.463	81.940	178.690	54.764	387.856
Oficina contabilidad	289.852	327.760	714.759	219.055	1,551.426
Sanitarios contabilidad	144.926	163.880	357.380	109.528	775.713
Oficina Dirección	362.315	409.700	893.449	273.819	1,939.282
TOTAL	24,606.260	27,824.352	60,677.727	18,596.145	131,704.484

Para calcular la demanda:

$$kW = (L \times W_{Lamp} \times C) / 1000$$

Donde:

kW = Demanda.

L = Número de lámparas.

W_{Lamp} = Potencia de las lámparas, en watts.

C = Cantidad de arreglos de lámparas.

Sustituyendo en la fórmula anterior se tiene:

$$kW = (2 \times 28.5 \times 6) / 1,000 = \underline{\underline{0.342 \text{ kW}}}$$

Ahora bien, para determinar el consumo, se tienen tres diferentes horarios, dada la tarifa en la cual se encuentra conectada la empresa; por lo que se determinará el consumo en cada uno de ellos:

$$kWh_B = kW \times H_B$$

$$kWh_I = kW \times H_I$$

$$kWh_P = kW \times H_P$$

Donde:

kWh_B = Consumo en el horario base, en kWh/año.

H_B = Horas base al año.

kWh_I = Consumo en el horario intermedio, en kWh/año.

H_I = Horas intermedias al año.

kWh_P = Consumo en el horario punta, en kWh/año.

H_P = Horas punta al año.

Despejando lo anterior se tiene:

$$kWh_B = 0.342 \times 2,688 = 919.296 \text{ kWh/año}$$

$$kWh_I = 0.342 \times 4,896 = 1,674.432 \text{ kWh/año}$$

$$kWh_P = 0.342 \times 480 = 164.16 \text{ kWh/año}$$

El consumo total será:

$$\begin{aligned} kWh/año &= kWh_B + kWh_I + kWh_P = 919.296 + 1,674.432 + 163.16 \\ &= \underline{\underline{2,756.888}} \end{aligned}$$

Por último, para determinar la facturación eléctrica, primero se consideraron los precios de la energía eléctrica bajo la tarifa HM, región Central del mes de Agosto de 2004:

Costo del kW = \$105.94

Costo del kWh base = \$0.5348

Costo del kWh intermedio = \$0.6403

Costo del kWh punta = \$2.0016

Dado lo anterior, los cálculos se realizaron de la siguiente forma:

Costo por demanda = kW x \$kW x 12 = 0.342 x 105.94 x 12 = \$434.778²

Costo por consumo, H_B = kWh_B x \$kWh_B = 919.296 x 0.5348 = \$491.640

Costo por consumo, H_I = kWh_I x \$kWh_I = 1,674.432 x 0.6403 = \$1,072.139

Costo por consumo, H_P = kWh_P x \$kWh_P = 164.16 x 2.0016 = \$328.583

Por lo tanto, el costo total será:

Costo total = Costo por demanda + Costo por consumo, H_B + Costo por
Consumo, H_I + Costo por consumo, H_P =
= 434.778 + 491.640 + 1,072.139 + 328.583 =
= \$2,327.139 al año

4.4 COTIZACIÓN DEL SISTEMA PROPUESTO.

La siguiente cotización fue elaborada en base a los precios promedio que son manejados por los distribuidores autorizados.

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL
Lámpara fluorescente tipo T-8 de 32 W	2	30.00	60.00
Lámpara fluorescente compacta de 13 W	3	58.00	174.00
Gabinete	47	150.00	7,050.00
Reflector Especular	47	185.00	8,695.00
1 Juego de Bases	92	20.00	1,840.00
Balastro marca (SLI)	47	225.00	10,575.00
Mano de obra de 13W	3	11.00	33.00
Mano de obra 1x32W	2	170.00	340.00
Mano de obra 2x32W	45	270.00	12,150.00
Andamios	1	10,100.00	10,100.00
Fletes	1	2,050.00	2,050.00
Misceláneo	1	1,200.00	1,200.00
		SUBTOTAL	54,267.00
		IVA	63,959.55

Tomando en cuenta el valor total de la inversión (cotización) incluyendo el IVA podremos determinar el tiempo simple de recuperación de la misma.

² Considerando que son 12 meses

AHORROS:

Para determinar los ahorros totales, se tiene lo siguiente:

$$\begin{aligned}\text{Ahorro en demanda} &= \text{Demanda actual} - \text{Demanda propuesta} \\ &= 59.729 - 19.356 = \underline{\underline{40.373 \text{ kW}}}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Ahorro en consumo} &= \text{Consumo actual} - \text{Consumo propuesto} \\ &= 481,654.656 - 156,082.752 = \underline{\underline{325,571.904 \text{ kWh/año}}}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Ahorro en facturación} &= \text{Facturación actual} - \text{Facturación propuesta} \\ &= 406,425.933 - 131,704.484 = \underline{\underline{274,721.449 \text{ \$/año}}}\end{aligned}$$

Por lo que el tiempo de recuperación del proyecto será:

T.S.R. = Inversión / Ahorro en facturación

$$= 62,407.05 / 274,721.449 = 0.232 \text{ años}$$

4.5 RESUMEN DEL SISTEMA PROPUESTO.

A continuación se pueden observar los datos más importantes del sistema propuesto de iluminación.

Ubicación	Demanda total, kW	Consumo total, kWh/año	Costó total, \\$/año
Placas (Trociles 11 y 12)	0.342	2,757.888	2,327.139
Salón de pacas empacadoras	0.342	2,757.888	2,327.139
Batiente	0.456	3,677.184	3,102.852
Cardas	0.570	4,596.480	3,878.565
Estiradoras	0.342	2,757.888	2,327.139
Veloces	0.342	2,757.888	2,327.139
Open End	0.570	4,596.480	3,878.565
Trociles	2.166	17,466.624	14,738.545
Torzales	0.456	3,677.184	3,102.852
Coneras	0.570	4,596.480	3,878.565
Almacén de hilos	0.171	1,378.944	1,163.569
Pasillo pacas de despacho	0.114	919.296	775.713
Taller mecánico	0.456	3,677.184	3,102.852
Área de talleres	0.513	4,136.832	3,490.708
Oficina de supervisión	0.114	919.296	775.713
Sala de juntas	0.086	689.472	581.785
Área de calderas	0.171	1,378.944	1,163.569
Urdido Cocker	0.570	4,596.480	3,878.565

Urdido Muzzi	0.570	4,596.480	3,878.565
Urdido Fajas	0.285	2,298.240	1,939.282
Engomado	0.399	3,217.536	2,714.995
Sala de julios engomados	0.342	2,757.888	2,327.139
Sanitario tejido	0.114	919.296	775.713
Baños tejido	0.057	459.648	387.856
Pasillo baños	0.057	459.648	387.856
Compresores	0.171	1,378.944	1,163.569
Pasillo tejido	0.570	4,596.480	3,878.565
Oficina almacén crudos	0.114	919.296	775.713
Almacén de crudos	0.855	6,894.720	5,817.847
Tejido lanzadora y canillera	1.368	11,031.552	9,308.555
Salón de rama	1.710	13,789.440	11,635.694
Área preparado	1.026	8,273.664	6,981.416
Área exprimidora	0.171	1,378.944	1,163.569
Área Jiggers	0.627	5,056.128	4,266.421
Cocina de colores	0.114	919.296	775.713
Laboratorio	0.171	1,378.944	1,163.569
Pared exterior taller mecanizado	0.057	459.648	387.856
Almacén de refacciones	0.513	4,136.832	3,490.708
Área de productos químicos	0.228	1,838.592	1,551.426
Subestación	0.228	1,838.592	1,551.426
Cuarto de bombas	0.057	459.648	387.856
Cocina y comedor	0.171	1,378.944	1,163.569
Caseta de vigilancia	0.068	548.352	462.706
Cuarto de entrevistas	0.068	548.352	462.706
Capilla	0.153	1,233.792	1,041.088
Área pared externa Jiggers	0.057	459.648	387.856
Archivo	0.057	459.648	387.856
Oficina contabilidad Sanitarios	0.228	1,838.592	1,551.426
contabilidad	0.114	919.296	775.713
Oficina Dirección	0.285	2,298.240	1,939.282
TOTAL	19.356	156,082.752	131,704.484

ANEXOS.

NORMA Oficial Mexicana NOM-025-STPS-1999, condiciones de iluminación en los centros de trabajo.

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos.- Secretaría del trabajo y Previsión Social.

MARIANO PALACIOS ALCOCER, Secretario del Trabajo y Previsión Social, con fundamento en los artículos 16 y 40 fracciones I y XI de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 512, 523 fracción I, 524 y 527 último párrafo de la Ley Federal del Trabajo; 3º, fracción XI, 38 fracción II, 40 fracción VII, 41, 43 a 47 y 52 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; 3º, 4º, 95 y 96 del Reglamento Federal de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente de Trabajo, 3º, 5º y 22 fracciones I, XIII y XV del Reglamento Interior de la Secretaría del Trabajo y Previsión Social, y

CONSIDERANDO.

Que con fecha 25 de mayo de 1994, fue publicada en el **Diario Oficial de la Federación** la Norma Oficial Mexicana NOM-025-STPS-1993, Relativa a los niveles y condiciones de iluminación que debe tener los centros de trabajo;

Que esta Dependencia a mi cargo, con fundamento en el artículo cuarto transitorio, primer párrafo del Reglamento Federal de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente de Trabajo, publicado en el **Diario Oficial de la Federación** el día 21 de Enero de 1997, ha considerado necesario realizar diversas modificaciones a la referida Norma Oficial Mexicana, las cuales tienen como finalidad adecuarla a las disposiciones establecidas en el ordenamiento reglamentario mencionado; Que con fecha 25 de Agosto de 1998, en cumplimiento de lo previsto en el artículo 46 fracción I de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, la Secretaria del Trabajo y previsión social presentó ante el Comité Consultivo Nacional de Normalización de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente Laboral, el Anteproyecto de Modificación de la Norma Oficial Mexicana, y que el 29 de septiembre de 1998 el citado comité lo consideró correcto y acordó que se publicará como proyecto de modificación en el **Diario Oficial de la Federación**;

Que con objeto de cumplir con los lineamientos contenidos en el Acuerdo para la desregulación de la actividad empresarial, publicado en el **Diario Oficial de la Federación** el 24 de Noviembre de 1995, las modificaciones propuestas a la Norma fueron sometidas por la Secretaria de Comercio y Fomento Industrial a la opinión del consejo para la Desregulación Económica, y con base en ella se realizaron las adaptaciones procedentes, por lo que dicha dependencia dictaminó favorablemente acerca de las modificaciones contenidas en la presente Norma;

Que con fecha 31 de mayo de 1999, y en cumplimiento del Acuerdo del Comité y de lo previsto en el artículo 47 fracción I de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, se publicó en el **Diario Oficial de la Federación** el Proyecto de

Modificación de la presente Norma Oficial Mexicana, a efecto de que, dentro de los siguientes 60 días naturales a dicha publicación, los interesados presentarán sus comentarios al Comité Consultivo Nacional de Normalización de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente Laboral;

Que habiendo recibido comentarios a 3 promoventes, el Comité referido procedió a su estudio y resolvió oportunamente sobre los mismos, publicando esta Dependencia las respuestas respectivas en el **Diario Oficial de la Federación** el 27 de octubre de 1999, en cumplimiento a lo previsto en el artículo 47 fracción III de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización;

Que en atención a las anteriores consideraciones y toda vez que el Comité Consultivo Nacional de Normalización de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente Laboral, otorgó la aprobación respectiva, se expide la siguiente: Norma Oficial Mexicana NOM-025-STPS-1999, Condiciones de iluminación en los centros de trabajo.

ÍNDICE.

- 1.- Objetivo
- 2.-Campo de aplicación
- 3.-Referencias
- 4.-Definiciones
- 5.-Obligaciones del patrón
- 6.-Obligaciones de los trabajadores
- 7.-Niveles de iluminación
- 8.-Reconocimiento
- 9.-Evaluación
- 10.-Control

1.-Objetivo: Establecer las características de iluminación en los centros de trabajo, de tal forma que no sea un factor de riesgo para la salud de los trabajadores al realizar sus actividades

2.-Campo de aplicación: La presente Norma rige en todo el territorio nacional y aplica en todos los centros de trabajo.

3.-Referencias: Para la correcta interpretación de esta Norma, debe consultarse la siguiente norma oficial mexicana vigente:

NOM-008-SCFI-1993, Sistema general de unidades de medida.

4.-Definiciones; Para efectos de esta norma, se establecen las definiciones siguientes:

- a) **Área de trabajo:** es el lugar del centro de trabajo, donde normalmente un trabajador desarrolla sus actividades.
- b) **Autoridad del trabajo; autoridad laboral:** las unidades administrativas competentes de la Secretaría del Trabajo y Previsión Social, que realicen funciones de inspección en materia de seguridad e higiene en el trabajo y las correspondientes de las entidades federativas y del Distrito Federal, que actúen en auxilio de aquellas.
- c) **Brillo:** Es la intensidad luminosa de una superficie en una dirección dada, por una unidad de área proyectada de la misma.
- d) **Deslumbramiento:** Es cualquier brillo que produce molestia, interferencia con la visión o fatiga visual.
- e) **Iluminación:** Es la relación de flujo luminoso incidente en una superficie por unidad de área, expresada en lux.
- f) **Iluminación complementaria:** Es un alumbrado diseñado para aumentar el nivel de iluminación en un área determinada.
- g) **Iluminación localizada:** Es un alumbrado diseñado para proporcionar un aumento de iluminación en el plano de trabajo.
- h) **Luminario:** Equipo de iluminación que distribuye, filtra o controla la luz emitida por una lámpara o lámparas y el cual incluye todos los accesorios necesarios para fijar, proteger y operar esas lámparas y todo lo necesario para conectarse al circuito de utilización eléctrica.
- i) **Luxómetro:** Es un instrumento para la medición del nivel de iluminación.
- j) **Nivel de iluminación:** Cantidad de energía radiante medida en un plano de trabajo donde se desarrollan actividades, expresada en lux.
- k) **Plano de trabajo:** Es la superficie horizontal, vertical u oblicua, en la cual el trabajo es usualmente realizado, y cuyos niveles de iluminación deben ser especificados y medidos.
- l) **Reflexión:** Es la luz reflejada por la superficie de un cuerpo.
- m) **Sistema de iluminación:** Es el conjunto de luminarias destinadas a proporcionar un nivel de iluminación para la realización de actividades específicas.
- n) **Tarea visual:** Actividad que debe desarrollarse con determinado nivel de iluminación.

5.- Obligaciones del patrón:

5.1.- Mostrar a la autoridad del trabajo, cuando así lo solicite, los documentos que la presente Norma le obligue a elaborar.

5.2.- Efectuar y registrar el reconocimiento, la evaluación y control de los niveles de iluminación en todo el centro de trabajo, según lo establecido en los capítulos 8,9 y 10.

5.3.- Informar a todos los trabajadores por escrito, sobre los riesgos que puede provocar el deslumbramiento o un deficiente nivel de iluminación.

5.4.- Elaborar el programa de mantenimiento de las luminarias, incluyendo los sistemas de iluminación de emergencia.

5.5.- Instalar sistemas de iluminación eléctrica de emergencia, en aquellas áreas del centro de trabajo donde la interrupción de la fuente de luz artificial represente un riesgo.

6.- Obligaciones de los trabajadores:

6.1.- Informar al patrón de las condiciones no seguras, derivadas de la iluminación en su área de trabajo.

6.2.- Utilizar los sistemas de iluminación, de acuerdo a las instrucciones del patrón.

6.3.- Colaborar en las evaluaciones y observar las medidas de control.

7.- Niveles de iluminación:

Los niveles mínimos de iluminación que deben presentarse en el plano de trabajo, para cada tipo de tarea visual o área de trabajo, son los establecidos en la tabla 1.

TAREA VISUAL DEL PUESTO DE TRABAJO	ÁREA DE TRABAJO	NIVELES MÍNIMOS DE ILUMINACIÓN (LUX)
En exteriores: distinguir el área de tránsito, desplazarse caminando, vigilancia, movimiento de vehículos.	Áreas generales exteriores: patios y estacionamientos.	20
En interiores: distinguir el área de tránsito, desplazarse caminando, vigilancia, movimiento de vehículos.	Áreas generales interiores: almacenes de poco movimiento, pasillos, escaleras, estacionamientos cubiertos, labores en minas subterráneas, iluminación de emergencia.	50

Requerimiento visual simple: inspección visual, recuento de piezas, trabajo en banco y máquina.	Áreas de servicio al personal: almacenaje rudo, recepción y despacho, casetas de vigilancia, cuartos de compresores y paillería.	200
Distinción moderada de detalles: ensamble simple, trabajo medio en banco y máquina, inspección simple, empaque y trabajos de oficina.	Talleres: áreas de empaque y ensamble, aulas y oficinas.	300
Distinción clara de detalles: maquinado y acabados delicados, ensamble e inspección moderadamente difícil, captura y procesamiento de información, manejo de instrumentos y equipo de laboratorio.	Talleres de precisión: salas de cómputo, áreas de dibujo, laboratorios.	500
Distinción fina de detalles: maquinado de precisión, ensamble e inspección de trabajos delicados, manejo de instrumentos y equipo de precisión, manejo de piezas pequeñas.	Talleres de alta precisión: de pintura y acabado de superficies, y laboratorios de control de calidad.	750
Alta exactitud en la distinción de detalles: ensamble, proceso e inspección de piezas pequeñas y complejas y acabado con pulidos finos.	Áreas de proceso: ensamble e inspección de piezas complejas y acabados con pulidos finos.	1
Alto grado de especialización en la distinción de detalles.	Áreas de proceso de gran exactitud.	2

8.- Reconocimiento:

- Plano de distribución de áreas, luminarias, maquinaria y equipo.
- Descripción del proceso de trabajo.
- Descripción de los puestos de trabajo.
- Número de trabajadores por área de trabajo.

9.- Evaluación:

9.1.- A partir de los registros del reconocimiento se debe realizar la evaluación de los niveles de iluminación, de acuerdo a lo establecido, en las áreas o puestos de trabajo.

9.2.- Determinar el factor de reflexión en las áreas y puestos de trabajo, según lo establecido en el apéndice B y compararlo contra los niveles máximos permisibles del factor de reflexión de la tabla 2.

CONCEPTO	NIVELES MÁXIMOS PERMISIBLES.
TECHOS	90%
PAREDES	60%
PLANO DE TRABAJO	50%
SUELOS	50%

NOTA: Se considera que existe deslumbramiento en las áreas y puestos de trabajo, cuyo K_r supere los valores establecidos en esta tabla.

9.3.- La evaluación de los niveles de iluminación debe realizarse en una jornada laboral bajo condiciones normales de operación. Se puede hacer por áreas de trabajo, puesto de trabajo o una combinación de ambas.

9.4.- La evaluación debe realizarse y registrarse al menos cada dos años, o antes si se modifican las tareas visuales, el área de trabajo o los sistemas de iluminación.

10.-Control:

10.1.- Si en el resultado de la evaluación se detectaron áreas o puestos de trabajo que deslumbren al trabajador se deben aplicar medidas de control para evitar que el deslumbramiento lo afecte.

10.2.- Si en el resultado de la evaluación se observa que los niveles de evaluación en los puntos de medición para las tareas visuales o áreas de trabajo están por debajo de los niveles indicados en la tabla 1, o que los factores de reflexión están por encima de lo establecido en la tabla 2, se debe dar mantenimiento, modificar el sistema de iluminación o su distribución, y en caso necesario, instalar la iluminación complementaria o localizarla donde se requiera de una mayor iluminación, para lo cual se deben considerar los siguientes aspectos:

- Evitar el deslumbramiento directo o por reflexión al trabajador.
- Seleccionar un fondo visual adecuado a las actividades de los trabajadores.
- Evitar bloquear la iluminación durante la realización de la actividad.
- Evitar las zonas donde existan cambios bruscos de iluminación.

10.3.- Se debe elaborar y cumplir un programa de implantación de las medidas de control a desarrollar.

10.4.- Una vez que se han realizado las medidas de control, se tiene que realizar una nueva evaluación, para verificar que las nuevas condiciones de iluminación cumplen con lo establecido en esta norma.

TARIFA HM REGIÓN CENTRAL AÑO 2004.

CONCEPTO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO
C x DEM FACT.	89.57	90.81	91.25	93.62	98.22	101.25	104.02	105.94
C x kWh PUNTA	1.6923	1.7157	1.7239	1.7687	1.8555	1.9128	1.9652	2.0016
C x kWh INTERMEDIO	0.5414	0.5489	0.5515	0.5658	0.5936	0.6119	0.6287	0.6403
C x kWh BASE	0.4522	0.4584	0.4606	0.4726	0.4958	0.5111	0.5251	0.5348

CONCLUSIONES.

El sistema de iluminación propuesto aplicado a esta empresa traerá consigo un importante ahorro de energía eléctrica, lo cual se verá reflejado en la facturación eléctrica.

Cabe destacar que este sistema propuesto cumple con los niveles de iluminación establecidos en la Norma Oficial Mexicana, por lo tanto podemos estar seguros de que dichos equipos de iluminación tienen grandes ventajas en comparación con los equipos anteriores como lo son:

- Mayor tiempo de vida útil
- Mayor flujo luminoso
- Mayor eficiencia
- Menor consumo de energía eléctrica
- Mejor índice de rendimiento de color
- Amplia variedad de lámparas y luminarios

Esta muy claro que el costo de los equipos de alta eficiencia es mayor al de los convencionales, pero los ahorros obtenidos permiten recuperar la inversión en muy poco tiempo. Esto debido a que el periodo de amortización del sistema propuesto de una forma general será de 0.233 años, que de acuerdo a los planes de financiamiento que otorga el FIDE en cualquiera de sus planes, estas propuestas cumplen con el propósito principal de tener un periodo de recuperación menor a tres años por lo que no existe ningún problema en aplicar la propuesta anterior.

El tiempo simple de recuperación puede variar un poco, ya que el consumo de energía eléctrica no es el mismo todos los meses debido a que las actividades de la empresa varían, y si tomamos en cuenta que aumentan constantemente las tarifas eléctricas nos ayudaran a reducir de manera muy importante el tiempo de amortización.

La cual nos da un ahorro de 67% de energía eléctrica con respecto al sistema actual y nos permite considerar aproximadamente un 55% de aumento en el nivel de iluminación medido en el sistema inicial, esto se debe a que los luminarios con el sistema actual son equipos con balastos de baja eficiencia, lo que provoca que existan pérdidas por calentamiento en el balastro.

BIBLIOGRAFIA.

- *Eco, Humberto. Como se hace una tesis. México, Geisha, 15ª. reimp., 1992.
- *Hernández Sampieri, Roberto y otros. Metodología de la investigación. México, Mc. Graw Hill, 2ª. Ed. 1998.
- *Manual de alumbrado, Empresa PHILLIPS, Editorial Paraninfo.
- *Catálogo general de luz 1999. Empresa OSRAM.
- *Catálogo técnico de lámparas halógenas, Empresa PHILLIPS.
- *Catálogo condensado de PHILLIPS año 1997.
- *Manual técnico de reflector especular, Empresa FUTURALUX.
- *Catálogo técnico de balastos, Empresa LUMISISTEMAS.
- *Balastos electrónicos, MOTOROLA LIGHTING INC.
- *William H. Roadstrum, Introducción a la Ingeniería, Editorial Harla.
- *Metodología para diagnósticos energéticos, Comisión Nacional para el ahorro de energía eléctrica, Conae.
- *Frier, John P., Sistemas de Iluminación Industriales, Limusa, 1ª. Ed.
- *Spitta, Albert F., Instalaciones Eléctricas, Dossat, 1ª. Ed.
- *www.fide.org.mx
- *www.lyf.gob.mx
- *www.conae.gob.mx