

## **TITULO**

PROPUESTA DE USO EFICIENTE DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN EL SISTEMA DE  
ILUMINACIÓN DE AULAS EN ITSON UNIDAD NÁINARI

**ÍNDICE**

LISTA DE TABLAS Y FIGURAS	i
<b>CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN</b>	
1.1 ANTECEDENTES	1
1.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	2
1.3 JUSTIFICACIÓN	2
1.4 OBJETIVO	2
<b>CAPÍTULO II COMPONENTES DE UN SISTEMA DE ILUMINACIÓN</b>	
2.1 ELEMENTOS DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN	3
2.2 LUMINARIOS	
2.2.1 Características constructivas más importantes de un luminario.	5
2.2.2 Características de uso de los luminarios a aplicar en el momento. de su empleo.	6
2.3 LÁMPARAS	
2.3.1 Funcionamiento de una lámpara fluorescente.	8
2.3.2 Tipos de lámparas fluorescentes.	9
2.3.3 Beneficios del uso de equipos de alta eficiencia T8.	10
2.4 BALASTROS	11

### III SISTEMAS DE ILUMINACIÓN PROPUESTOS

3.1 COMPARACIÓN ENTRE EL SISTEMA ACTUAL INSTALADO EN ITSON CON EL SISTEMA BALASTRO ELECTRÓNICO Y LÁMPARAS T8 DE 32W.	
3.1.1 Sistema balastro electromagnético lámpara T12 39W.	17
3.1.2 Sistema balastro electrónico lámpara T8 32W.	19
3.2 COMBINACIÓN BALASTRO ELECTRÓNICO LÁMPARA 32W Y 59W.	
3.2.1 Sistema balastro electrónico lámparas T8 59W y T8 32W.	23
3.2.2 Cálculo del costo total del sistema combinado.	26
CONCLUSIONES	28
BIBLIOGRAFÍA	30
GLOSARIO	31

## AGRADECIMIENTOS

**A DIOS** Por haberme creado y haberme hecho como soy.

**A MIS PADRES** Papá Fortunato Ramírez Sánchez y Mamá Reyna Guadalupe Peña Muñoz, muchas gracias por ser ustedes quienes son y por el gran apoyo que he recibido en mi vida de su parte y que ha sido un esfuerzo demasiado grande por sacarnos adelante a mi y a mi hermana. Gracias por brindarme ese amor, amistad y cariño sobre todo le agradezco a la vida el haberme dado unos padres como ustedes.

**A MIS HERMANOS** Por todos los momentos buenos y malos que hemos pasado juntos. Karla espero que tu vida este llena de muchas satisfacciones y te agradezco el haber vivido junto conmigo y mis papás aquellos buenos y malos momentos; suerte en tu matrimonio. Ulises, yo se que lo sabes, ya que has sido un gran ejemplo a seguir en mi vida y espero que con las ganas que se que tienes sobresalgas y sigas adelante. Carmela, Víctor y Ana les agradezco todo apoyo que nos han brindado a mi y a mis papás.

**A MIS PRIMOS** A todos mis primos les agradezco el haber vivir conmigo momentos inolvidables. Este agradecimiento especial es para mis primos Felipe (Chuy) y para Francisco (Paco), gracias.

**A MI FAMILIA** A todos mi familia mis papás, hermanos, abuelos (Tomas Peña †, Manuela Muñoz, Victoriano Ramírez †, Luisa Sánchez †), primos, y tíos por ser una familia tan especial.

**A MIS AMIGOS** A todos mis compañeros de escuela por que hemos vivido grandes momentos, fiestas, desveladas de estudio. Les agradezco que me hayan apoyado cuando lo necesitaba

**AL RECTOR.** Dr. Oscar Russo Vogel por su gran dedicación a nuestra institución luchando por que ésta sobresalga ante todo en nuestra localidad y por supuesto a nivel nacional tanto en instalaciones modernas como en el gran personal.

**AL COORDINADOR** M.C. Rafael León Vázquez por ser antes que todo un gran amigo con todos lo nosotros los alumnos electricistas.

**A MI ASESOR** Maestro Héctor Hernández por su gran apoyo en la realización de este trabajo y por su gran paciencia. Por ser un gran amigo muchas gracias.

**A LOS MAESTROS** Muchas gracias a todos los maestros que hicieron posible este momento, por el gran apoyo recibido en cada materia de la carrera. Maestros Rafael León, Gabriel Núñez, Ismael Murillo, Armando Ambrosio, Héctor Hernández, Enrique Aragón muchas gracias.

**LISTA DE TABLAS Y FIGURAS****TABLAS**

TABLA 3.1. Distribución de lámparas y balastos en edificio AV-1200 Unidad Náinari.

TABLA 3.2. Costo de la energía eléctrica por regiones de la tarifa HM a marzo de 2003.

TABLA 3.3. Horarios para los periodos base, intermedio y punta en la región Noroeste.

TABLA 3.4. Monto del incentivo para lámparas y balastos con sello FIDE.

TABLA 3.5. Comparación entre el sistema instalado en el ITSON y el sistema propuesto

TABLA 3.6. Comparación del sistema instalado en el ITSON con el sistema combinado.

**FIGURAS**

FIGURA 2.1. Representación del sistema de iluminación.

FIGURA 2.2. Clasificación de los luminarios según la emisión del flujo luminoso

FIGURA 2.3. Dimensiones de luminarios para lámparas fluorescentes.

FIGURA 2.4. Partes principales de una lámpara fluorescente.

FIGURA 2.5. Tubos fluorescentes T8 y T12.

FIGURA 2.6. Tipos de bases más comunes para tubos fluorescentes.

## **I INTRODUCCIÓN**

### **1.1 ANTECEDENTES.**

El Instituto Tecnológico de Sonora esta realizando diversas actividades relacionadas con el ahorro de energía eléctrica. Dentro de estas actividades se encontró que en la institución existen varias cargas en las que se tiene un gran potencial de ahorro energético.

Estas cargas son las siguientes:

- Aire acondicionado.
- El sistema de iluminación.
- Sistemas de cómputo.

El sistema de iluminación que utiliza el ITSON en aulas, es un poco deficiente en nuestros tiempos si se toma en cuenta que este sistema ya no es permitido en los Estados Unidos por el daño ecológico que proporciona debido a su gran contenido de mercurio.

Una de las actividades que se podrían llevar a cabo y que proporcionaría un gran ahorro de energía eléctrica, sería el de la sustitución del sistema de iluminación que se tiene instalado actualmente por un sistema más eficiente.

En la actualidad es un tema de gran interés el ahorro de la energía eléctrica, más si éste representa un ahorro económico considerable. Por eso es que aborde este tema porque creo que es de suma importancia que el ITSON sea partícipe del ahorro de energía eléctrica. Otro de los motivos que me llevo a desarrollar este trabajo fue el de estudiar y conocer un poco más acerca de las alternativas para obtener una iluminación de excelente calidad.

## **1.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.**

Encontrar el sistema de iluminación que proporcione el mejor ahorro de energía y que brinde una mejor calidad tanto en el sistema eléctrico como en la iluminación.

## **1.3 JUSTIFICACIÓN.**

En el ITSON el sistema de iluminación es uno de los más demandantes en cuanto al tiempo de operación, ya que se requiere que todo el día las aulas se encuentren iluminadas para mantener una adecuada visibilidad.

En este trabajo se proporcionará una perspectiva del posible potencial de ahorro de energía que tiene la institución, el cual repercute a su vez en un considerable ahorro económico beneficiando a la institución.

La sociedad estudiantil se verá beneficiada al tener una mejor calidad de iluminación, ya que los productos que se encuentran en el mercado han mejorado su calidad.

## **1.4 OBJETIVO.**

Para obtener el potencial de ahorro energético en el sistema de iluminación se estudiarán varios sistemas de los cuales se propondrá el que ofrezca mejores resultados en calidad de iluminación y por supuesto el más eficiente en consumo de energía eléctrica.

## II. COMPONENTES DE UN SISTEMA DE ILUMINACIÓN EFICIENTE

### 2.1 ELEMENTOS DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN

Los elementos principales con los que debe contar el sistema de iluminación son las lámparas y un buen luminario que satisfaga las necesidades fotométricas del usuario. Sin embargo en un sistema donde la fuente de luz es de descarga de gas, como en el caso de una es una lámpara fluorescente, se deberá agregar un balastro debido a las características de funcionamiento de la lámpara.

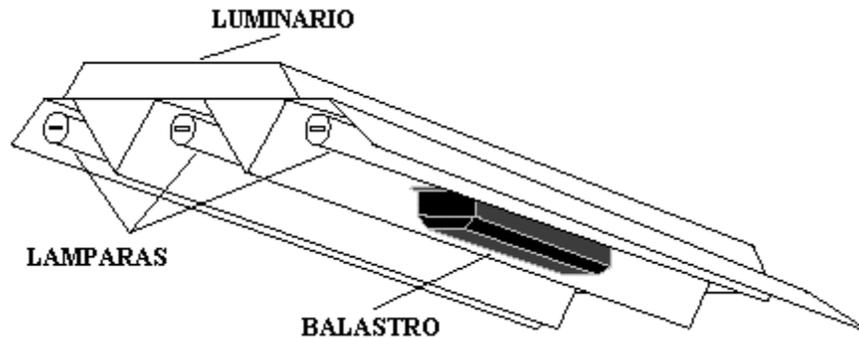


FIGURA 2.1 Representación del sistema de iluminación.

En la figura 2.1 se muestran los componentes principales del sistema de iluminación cuando la fuente de luz es una lámpara fluorescente (lámparas, Balastro y luminario).

### 2.2 LUMINARIOS

Es la parte responsable de dirigir la luz producida por las lámparas hacia el área de trabajo, y dependiendo del diseño puede reducir de manera dramática la eficiencia. El luminario incluye todas las piezas necesarias para fijar, proteger y conectar las lámparas al circuito de alimentación.

Con los componentes ópticos de los luminarios se trata de disminuir la luminosidad (luminancia) de las lámparas y de redistribuir la luz de forma más conveniente para la iluminación deseada, conservando un elevado rendimiento luminoso.

Las luminarias se clasifican según el porcentaje del flujo luminoso emitido por arriba y por abajo del plano horizontal que atraviesa la lámpara. Es decir, dependiendo de la cantidad de luz que ilumine hacia el techo o al suelo. La figura 2.2 muestra esta clasificación.

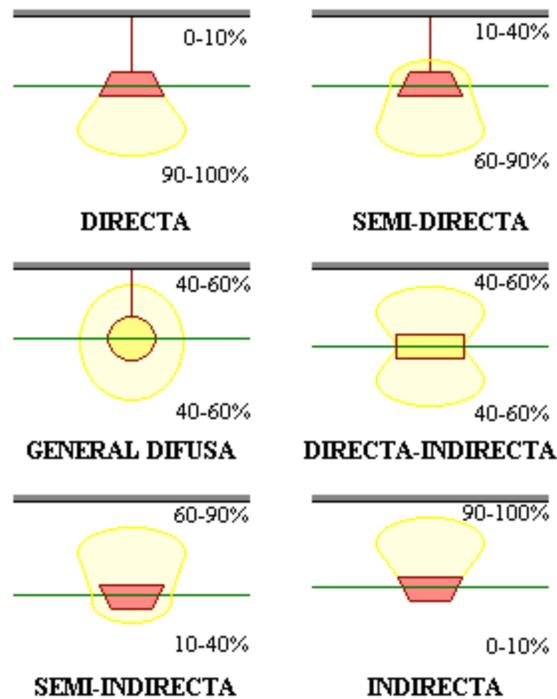


FIGURA 2.2 Clasificación de los luminarios según la emisión del flujo luminoso

### 2.2.1 CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS MÁS IMPORTANTES DE UN LUMINARIO.

**Distribución luminosa y reparto de flujo** Este dato fotométrico proporciona la intensidad luminosa (en candelas) emitida por la lámpara en cierto número de direcciones con una serie de intervalos de ángulos. Estos valores se dan generalmente para una emisión unitaria (1,000 lm) de flujo luminoso.

**Luminancias límites** Para apreciar la luminosidad de un luminario para tubos fluorescentes es necesario conocer la luminancia (en candelas por metro cuadrado  $\text{cd/m}^2$ ), con que se ve en ángulos elevados ( $>45^\circ$  y generalmente  $55^\circ$ ,  $65^\circ$ ,  $75^\circ$  y  $85^\circ$ ) respecto al nadir (vertical descendente)

**Apantallamiento** Es el ángulo crítico por encima del cual puede provocarse deslumbramiento directo; éste es de  $45^\circ$  con la vertical descendente.

**Envejecimiento irrecuperable** Los componentes del luminario sufren a lo largo de su utilización unas pérdidas permanentes, no recuperables mediante operaciones de mantenimiento.

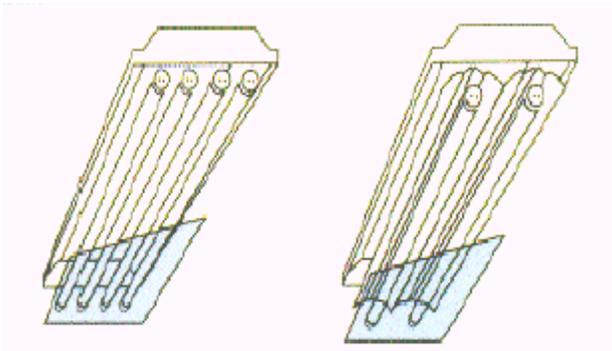
En el caso de reflectores, las superficies con acabados especulares envejecen más lentamente que las que tiene acabados mates.

### **2.2.2 CARACTERÍSTICAS DE USO DE LOS LUMINARIOS A APLICAR EN EL MOMENTO DE SU EMPLEO.**

**Utilización** La utilización es la relación (en %) entre el flujo luminoso que llega a un plano de trabajo considerado y el flujo luminoso que sale de la luminaria.

**Factor de utilización** Es la relación (en % ) entre el flujo luminoso que llega a un plano de trabajo determinado y el flujo luminoso que emiten la o las lámparas funcionando desnudas. Equivale al producto de la utilización y el rendimiento de la luminaria.

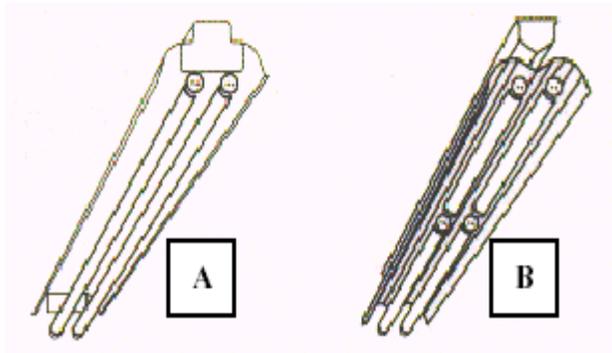
Con base a las dimensiones del luminario se determina el sistema de iluminación que se tiene instalado, tal como se muestra en la figura 2.3.

**Luminarios de 60x244 cm**

- Cantidad de lámparas: 4, 3 ó 2
- Potencia de lámpara: 75, 60 ó 59 W

**Luminarios de 60x122 cm**

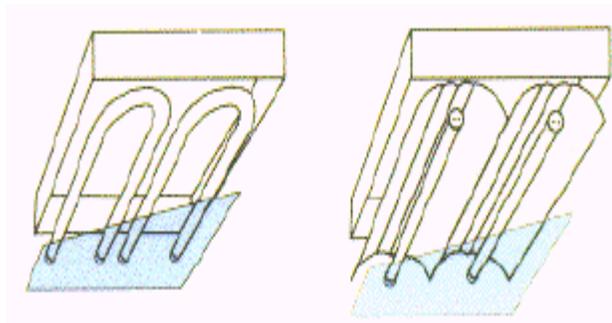
- Cantidad de lámparas: 4, 3 ó 2
- Potencia de lámpara: 40,39,32 ó 31 W

**Luminarios de 30x244 cm**

- Cantidad de lámparas: 4 (B), 2 ó 1 (A)
- Potencia de lámpara:  
75, 60 ó 59 W (A)  
40, 39, 32 ó 31 W (B)

**Luminarios de 30x122 cm**

- Cantidad de lámparas: 2 ó 1 (A)
- Potencia de lámpara: 40,39,32 ó 31 W

**Luminarios de 60x60 cm.**

- Cantidad de lámparas rectas:  
4, 3 ó 2
- Potencia de lámpara:  
20, 21 ó 17 W

FIGURA 2.3 Dimensiones de luminarios para lámparas fluorescentes

## 2.3 LÁMPARAS

### 2.3.1 FUNCIONAMIENTO DE UNA LÁMPARA FLUORESCENTE

El origen del tubo fluorescente se remonta al año 1938, cuando al exponer varias clases de fósforos bajo rayos ultravioleta, se logró producir radiación de longitudes de onda visibles. La fuente de esta radiación UV fue un tubo de vidrio con electrodos en cada uno de los extremos sellados. Una pequeña cantidad de mercurio es colocada dentro del tubo junto con gases inertes. Estando el tubo de vidrio en estado de baja presión al vacío, el mercurio se evapora y actúa como conductor entre ambos cátodos, creando un arco de vapor de mercurio que da como resultado la liberación de radiación UV de 253.7 nanómetros.

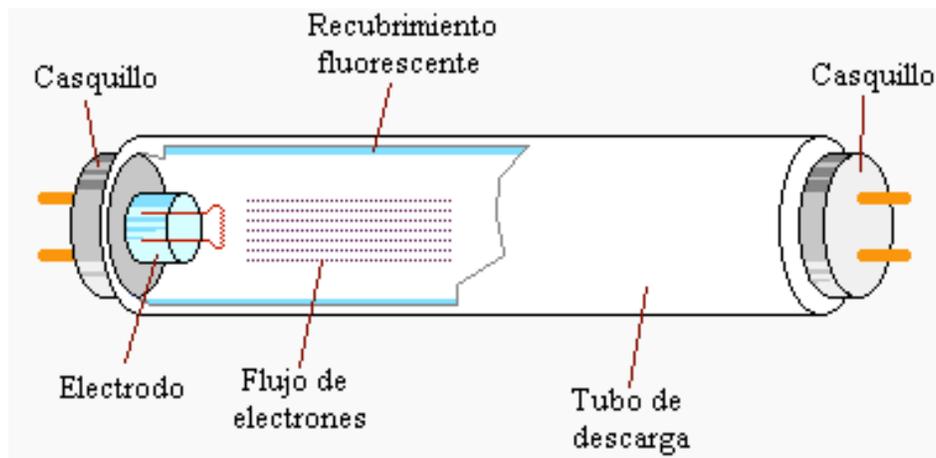


FIGURA 2.4 Partes principales de una lámpara fluorescente

Cuando se fabrica un tubo fluorescente sin ningún revestimiento de fósforo, éste produce una pequeña cantidad de luz violeta y se considera como una lámpara ultravioleta con fines germicidas y de esterilización. Exponerse a este tipo de luz representa un daño a la salud del ser humano. Otra variante de este proceso es la lámpara para bronceado, que está

recubierta con fósforo que permite el paso de un alto porcentaje de la radiación del UV producido. Estas lámparas son dañinas si una persona pasa más tiempo de lo permitido bajo esta luz.

### 2.3.2 TIPOS DE LÁMPARAS FLUORESCENTES

Hay varias clases principales de tubos fluorescentes en el mercado. Se pueden clasificar por voltaje y diferencias en tamaño, así como también por sus diferencias en producción de color. Desde el punto de vista de voltaje y especificaciones eléctricas, primero se debe observar el número de identificación del fabricante provisto en la lámpara. Después se debe ver el largo del tubo fluorescente y el tipo de contacto en sus extremos. La mayoría de los tubos fluorescentes están disponibles en largos de 24", 36", 48", 60", 72" y 96". También es importante saber el grueso del tubo el cual determina si es de 1 ½ pulgada de diámetro (T12) o de una pulgada de diámetro (T8).

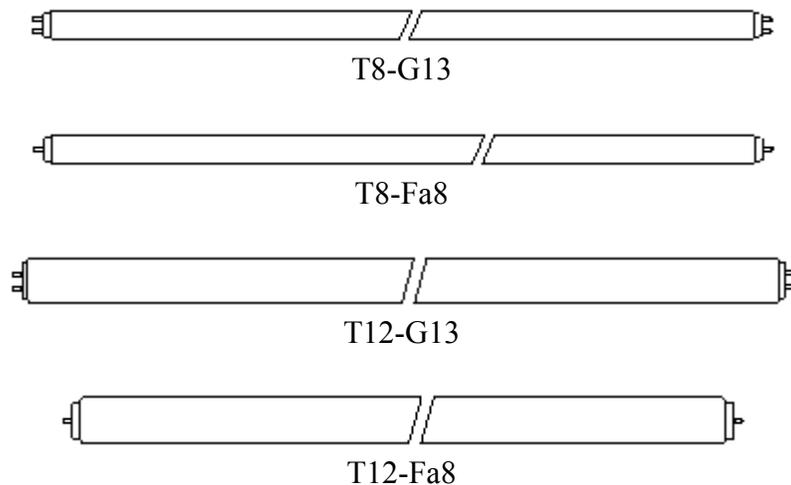


FIGURA 2.5 Tubos fluorescentes T8 y T12

Los extremos de los tubos más comunes son los siguientes: mediana dos pernos (G13), un perno (Fa8) y embutida doble contacto (R17d). La mediana dos pernos es utilizada en la mayoría de los tubos de 4 o menos pies de largo. El de un perno es más común en tubos de cuatro o más pies de largo o los tubos muy delgados. La embutida doble contacto se encuentra únicamente en lámparas de alto rendimiento.



FIGURA 2.6 Tipos de bases más comunes para tubos fluorescentes

### 2.3.3 BENEFICIOS DEL USO DE EQUIPOS DE ALTA EFICIENCIA T8

El uso de lámparas fluorescentes tipo T8 y balastos electrónicos o electromagnéticos de alta eficiencia, brindan diversos beneficios en comparación con equipos T12 Slimline, los cuales en la actualidad tienen una gran demanda.

- Las lámparas fluorescentes T8 tienen una eficacia arriba de los 80 Lúmenes/watt nominal de lámpara, contra un máximo de 69 Lúmenes/watt nominal de lámparas fluorescentes T12 tipo Slimline. Esto nos indica que tendremos más luz con menor consumo de energía.

- El índice de rendimiento de color (IRC) de las lámparas fluorescentes tipo T8 es casi similar a la luz natural y tiene la posibilidad de elegir la temperatura de color (°K) lo que las convierte en la mejor opción en el diseño de iluminación, permitiendo una óptima definición de objetos y la posibilidad de diseñar ambientes y efectos arquitectónicos en beneficio del desempeño de las actividades del lugar.
- Debido a su variedad de potencias, así como tamaños y formas compatibles a los del sistema Slimline, permiten al usuario satisfacer las necesidades de las más diversas aplicaciones.
- La vida útil de las lámparas fluorescentes tipo T8 es mayor en promedio dos veces que la vida de las lámparas fluorescentes T12 tipo Slimline. Además por su diámetro más reducido permite que ocupe menos espacio en su almacenamiento.

## **2.4 BALASTROS**

Un balastro es necesario para usar con lámparas que descargan gas como lo son las fluorescentes. Éste tiene dos funciones primarias, proporcionar la alta tensión necesaria para encender la lámpara y regular la corriente durante el funcionamiento de ésta. Cuando se produce el arco y el tubo fluorescente ha encendido, la resistencia eléctrica se vuelve insignificante es por esta razón que el balastro debe limitar la corriente a la lámpara mientras está en operación. El balastro puede también proporcionar tensión para calentar los electrodos de la lámpara y ayudar así al encendido de ésta y a su funcionamiento.

Existen dos tipos de balastros de los cuales se derivan otras clasificaciones. Estos son los balastros electromagnéticos que su funcionamiento se basa en un núcleo magnético y los balastros electrónicos que se componen de elementos de estado sólido.

**Balastos magnéticos.** Los balastos magnéticos contienen un núcleo magnético de varias chapas de acero laminado enrollado con devanados de aluminio y cobre.

Los balastos magnéticos más antiguos necesitaban tanto como 16 W para hacer funcionar 2 lámparas T12 de 40 W (un total de 96 W). En los Estados Unidos ya no se permite vender balastos con tales pérdidas.

En su lugar, ahora hay balastos magnéticos de eficacia alta que usan materiales de alta calidad y solo necesitan aproximadamente 8 W para hacer funcionar 2 lámparas T12 de 40 W (un total de 88 W).

Los balastos de cátodo desconectado son balastos magnéticos que no proporcionan tensión para calentar los electrodos de la lámpara durante su funcionamiento, lo que permite ahorrar de 6 a 8 W (para un total de 80\_82) y esto los compara favorablemente con los balastos magnéticos de eficacia alta.

**Balastos electrónicos.** Los balastos electrónicos regulan la tensión mediante componentes de estado sólido en lugar de un núcleo magnético. Esto es para aumentar la frecuencia de operación de la lámpara fluorescente (típicamente entre 20 y 80 kHz). El funcionamiento a frecuencia alta mejora la eficacia de las lámparas cuando se compara con el funcionamiento con balastos magnéticos convencionales de 60 Hz.

Además de la menor demanda de potencia, la mayoría de los balastos electrónicos tienen otras ventajas sobre los balastos magnéticos:

- 
- Vida útil mayor
  - Protección a sobretensiones
  - Protección a ausencia de lámpara
  - Ausencia de efecto estroboscópico
  - Alto factor de potencia
  - Parpadeo reducido
  - Ruido reducido
  - Emisión reducida de calor
  - Posibilidad de funcionar hasta con 4 lámparas
  - Dimensiones y peso reducido.

### **III SISTEMAS DE ILUMINACIÓN PROPUESTOS**

#### **3.1 COMPARACIÓN ENTRE EL SISTEMA ACTUAL INSTALADO EN ITSON CON EL SISTEMA BALASTRO ELECTRÓNICO Y LÁMPARAS T8 DE 32W.**

En esta propuesta se realizará una comparación del sistema de iluminación actualmente instalado en el ITSON con el sistema balastro electrónico lámpara T8 32W.

Los días de operación al año son aproximadamente 179 con 12 horas de operación diarias en pasillos y 12 horas de operación diarias en aulas y baños.

Como se puede ver en la tabla 3.3 en el horario de invierno no se considera el periodo punta, que es el más caro, y por consiguiente esto afecta en la facturación eléctrica. Es por este motivo que se tendrán en consideración tanto el horario de verano como el de invierno. En el horario de verano por tener una duración de 5 meses aproximadamente se considerarán 83 días de consumo al año, mientras que en el horario de invierno se considerarán 96 días de consumo al año.

El edificio que se consideró para este estudio es el AV-1200, el cual cuenta con 106 luminarios de 4 pies (48") debidamente distribuidos para su correcta iluminación. También cuenta con 106 balastos electromagnéticos 2X39W y 212 lámparas T12 39W.

En esta propuesta se tienen contemplados 106 luminarios, actualmente instalados. Los balastos electrónicos tienen la característica que pueden hacer funcionar hasta 4 lámparas

cada uno, por lo que se proponen 47 balastos electrónicos para un sistema 4X32W en aulas y baños, 12 balastos 2X32W en pasillos y 212 lámparas T8 32W en general.

La distribución de lámparas y balastos del edificio AV-1200 se muestra en la tabla 3.1.

TABLA 3.1 Distribución de lámparas y balastos en edificio AV-1200 Unidad Náinari

ZONA	# LUMINARIOS	# DE LÁMPARAS 39W	# DE BALASTOS 2X39W
AV-1211	10	20	10
AV-1212	10	20	10
AV-1213	10	20	10
AV-1214	10	20	10
AV-1221	10	20	10
AV-1222	10	20	10
AV-1223	10	20	10
AV-1224	10	20	10
AV-1225	8	16	8
PASILLOS	12	24	12
BAÑOS	6	12	6
<b>TOTAL</b>	<b>106</b>	<b>212</b>	<b>106</b>

El ITSON cuenta con tarifa HM, en la cual existen tres horarios (base, intermedio y punta) en donde el costo de la energía varía como se puede observar en la Tabla 3.2.

TABLA 3.2 Costo de la energía eléctrica por regiones de la tarifa HM a marzo de 2003.

REGIÓN	CARGO POR KWH DE DEMANDA FACTURABLE	CARGO POR KWH DE ENERGÍA PUNTA	CARGO POR KWH DE ENERGÍA INTERMEDIA	CARGO POR KWH DE ENERGÍA BASE
Baja California	\$ 119.86	\$ 1.6380	\$ 0.4532	\$ 0.3563
Baja California Sur	\$ 115.17	\$ 1.3144	\$ 0.6291	\$ 0.4453
Central	\$ 83.08	\$ 1.5697	\$ 0.5021	\$ 0.4195
Noreste	\$ 76.38	\$ 1.4500	\$ 0.4663	\$ 0.3819
<b>Noroeste</b>	<b>\$ 144.28</b>	<b>\$ 1.3896</b>	<b>\$ 0.4979</b>	<b>\$ 0.4003</b>
Norte	\$ 76.75	\$ 1.4605	\$ 0.4708	\$ 0.3831
Peninsular	\$ 85.82	\$ 1.6423	\$ 0.5261	\$ 0.4036
Sur	\$ 83.08	\$ 1.5374	\$ 0.4803	\$ 0.3990

Además, se debe tener en cuenta que la institución se localiza en la región Noroeste, donde los horarios base, intermedio o punta cambian de acuerdo al horario de verano o invierno como se aprecia en la tabla siguiente.

TABLA 3.3 Horarios para los periodos base, intermedio y punta en la región Noroeste

<b>REGIÓN NOROESTE</b>			
<b>Del 16 de mayo al sábado anterior al último domingo de octubre</b>			
<b>DÍA DE LA SEMANA</b>	<b>BASE</b>	<b>INTERMEDIO</b>	<b>PUNTA</b>
lunes a viernes		0:00 - 13:00 17:00 - 20:00 23:00 - 24:00	13:00 - 17:00 20:00 - 23:00
Sábado		0:00 - 24:00	
domingo y festivo		0:00 - 24:00	
<b>Del último domingo de octubre al 15 de mayo</b>			
Lunes a viernes	0:00 - 17:00 22:00 - 24:00	17:00 - 22:00	
Sábado	0:00 - 18:00 22:00 - 24:00	18:00 - 22:00	
Domingo y festivo	0:00 - 19:00 21:00 - 24:00	19:00 - 21:00	

El FIDE es un organismo que proporciona incentivos para lámparas, balastos y equipo eléctrico en general a las empresas interesadas en el ahorro de energía eléctrica. En la tabla 3.4 se muestran los incentivos otorgados por dicho organismo para los sistemas de iluminación.

TABLA 3.4 Monto del incentivo para lámparas y balastos con sello FIDE

<b>MONTO DEL INCENTIVO</b>			
<b>WATTS NOMINALES</b>	<b>LÁMPARA FLUORESCENTE</b>	<b>BALASTRO ELECTRÓNICO</b>	<b>BALASTRO ELECTROMAGNÉTICO</b>
	<b>\$</b>	<b>\$ (*)</b>	<b>\$ (*)</b>
	<b>CON SELLO FIDE</b>	<b>CON SELLO FIDE</b>	<b>CON SELLO FIDE</b>
17	3.40	20.40	11.05
25	5.00	30.00	16.25
31	6.20	37.20	20.15
32	6.40	38.40	20.80
59	11.80	70.80	38.35

### 3.1.1 SISTEMA BALASTRO ELECTROMAGNÉTICO LÁMPARA T12 39W

Este sistema es el que actualmente está instalado en aulas, baños y pasillos del ITSON, y éste es el que se tomará como base para comparar el ahorro de energía entre los sistemas propuestos. Las lámparas en el área de salones se encuentran en funcionamiento de 07:00 a 13:00 hrs. y de 15:00 a 21:00 hrs. por lo que en ese tiempo se encuentra el horario punta que es de 20:00 a 23:00 hrs. Los pasillos se iluminan hasta el amanecer por lo que se consideran 12 horas de consumo diarias en éstos.

El balastro electromagnético necesita aproximadamente 16W para hacer funcionar 2 lámparas T12 de 39W. Por lo tanto el conjunto lámparas balastro para un luminario es de 94 Watts. La lámpara tiene una vida útil de 9 000 hrs. y el balastro de 10 000 hrs.

Potencia total conjunto lámpara-balastro (PTL) = 9.964 kW

Potencia lámpara-balastro en aulas y baños (PLA) = 8.836 kW

Potencia de lámpara-balastro en pasillos (PLP) = 1.128 kW

#### HORARIO DE VERANO

$$\begin{aligned} \text{Costo diario de energía en aulas y baños} &= (\text{PLA}) (9 \text{ hr}) (\text{CEI}) + (\text{PLA}) (3 \text{ hr}) (\text{CEP}) \\ &= (8.836 \text{ kW}) (9 \text{ hr}) (\$ 0.4979) + (8.836 \text{ kW}) (3 \text{ hr}) (\$ 1.3896) = (\$ 35.60) + (\$ 36.80) \\ &= \$ 72.43 \end{aligned}$$

Donde:

CEI = costo de la energía en el periodo intermedio.

CEP = costo de la energía en el periodo punta.

Costo anual de energía en aulas y baños (83 días) = (\$ 72.43) (83 días) = **\$ 6,011.70**

Costo diario de energía en pasillos = (PLP) (9 hr) (\$ 0.4979) + (PLP) (3 hr) (\$ 1.3896)

= (1.128 kW) (9 hr) (\$ 0.4979) + (1.128 kW) (3 hr) (\$ 1.3896) = (\$ 5.06) + (\$ 4.70)

= \$ 9.76

Costo anual de energía en pasillos (83 días) = (\$ 9.76) (83 días) = **\$ 810.08**

**Costo de energía anual (horario de verano) = \$ 6,821.80**

### **HORARIO DE INVIERNO**

Costo diario de energía en aulas y baños = (PLA) (8 hr) (CEB) + (PLA) (4 hr) (CEI)

= (8.836 kW) (8 hr) (\$ 0.4003) + (8.836 kW) (4 hr) (\$ 0.4979) = (\$ 28.30) + (\$ 17.60)

= \$ 45.90

Donde:

CEB = costo de la energía en el periodo base.

CEI = costo de la energía en el periodo intermedio.

Costo anual de energía en aulas y baños (96 días) = (\$ 45.90) (96 días) = **\$ 4,406.40**

Costo diario de energía en pasillos = (PLP) (8 hr) (\$ 0.4003) + (PLP) (4 hr) (\$ 0.4979)

= (1.128 kW) (8 hr) (\$ 0.4003) + (1.128 kW) (4 hr) (\$ 0.4979) = (\$ 3.60) + (\$ 2.25)

= \$ 5.85

Costo anual de energía en pasillos (96 días) = (\$ 5.85) (96 días) = **\$ 561.60**

Costo de energía anual (horario de invierno) = \$ 4,968.00

**COSTO DE ENERGÍA TOTAL AL AÑO = \$ 6,821.80 + \$ 4,968.00 = \$ 11,789.80**

Costo de lámparas T12 39W = (212 lámparas) (\$ 14.80) = \$ 3,137.60

Costo de balastro electromagnético 2X39W = (106 balastos) (\$ 80.00) = \$ 8,480.00

**Costo total del sistema lámpara-balastro = \$ 11 617.00**

Horas de uso del sistema al año = (12 hr) (179 días) = 2 148 hrs.

Por lo tanto las lámparas tendrán una vida útil de 4 años 2 meses aproximadamente y la vida del balastro será de 4 años 8 meses aproximadamente.

### **3.1.2 SISTEMA BALASTRO ELECTRÓNICO LÁMPARA T8 32W**

Igual que en el sistema anterior se consideraran los mismos horarios de iluminación en aulas, baños y pasillos. Parecerá raro pero el balastro electrónico coopera y bastante en el ahorro de energía ya que un sistema de lámpara T8 32W combinado con un balastro electrónico disminuye hasta en un 30 % el consumo de energía.

Este sistema es de 4X32W en aulas y baños el cual consume aproximadamente 114W en conjunto. Para los pasillos el sistema es 2X32W y tiene un consumo de 57W. La vida útil de la lámpara en este caso es de 20 000 hrs. y la del balastro es de 40 000 hrs.

Potencia total conjunto lámpara-balastro (PTL) = 6.042 kW

Potencia lámpara-balastro en aulas y baños (PLA) = 5.358 kW

Potencia de lámpara-balastro en pasillos (PLP) = 0.684 kW

### HORARIO DE VERANO

$$\begin{aligned}\text{Costo diario de energía en aulas y baños} &= (\text{PLA}) (9 \text{ hr}) (\text{CEI}) + (\text{PLA}) (3 \text{ hr}) (\text{CEP}) \\ &= (5.358 \text{ kW}) (9 \text{ hr}) (\$ 0.4979) + (5.358) (3 \text{ hr}) (\$ 1.3896) = (\$ 24.00) + (\$ 22.35) \\ &= \$ 46.35\end{aligned}$$

Donde:

CEI = costo de la energía en el periodo intermedio.

CEP = costo de la energía en el periodo punta.

$$\text{Costo anual de energía en aulas y baños (83 días)} = (\$ 46.35) (83 \text{ días}) = \mathbf{\$ 3,847.05}$$

$$\begin{aligned}\text{Costo diario de energía en pasillos} &= (\text{PLP}) (9 \text{ hr}) (\$ 0.4979) + (\text{PLP}) (3 \text{ hr}) (\$ 1.3896) \\ &= (0.684 \text{ kW}) (9 \text{ hr}) (\$ 0.4979) + (0.684 \text{ kW}) (3 \text{ hr}) (\$ 1.3896) = (\$ 3.0651) + (\$ 2.8515) \\ &= \$ 5.90\end{aligned}$$

$$\text{Costo anual de energía en pasillos (83 días)} = (\$ 5.90) (83 \text{ días}) = \mathbf{\$ 489.70}$$

$$\mathbf{\text{Costo de energía anual (horario de verano)} = \$ 4,336.75}$$

### HORARIO DE INVIERNO

$$\begin{aligned}\text{Costo diario de Energía en aulas y baños} &= (\text{PLA}) (8 \text{ hr}) (\text{CEB}) + (\text{PLA}) (4 \text{ hr}) (\text{CEI}) \\ &= (5.358 \text{ kW}) (8 \text{ hr}) (\$ 0.4003) + (5.358) (4 \text{ hr}) (\$ 0.4979) = (\$ 17.15) + (\$ 10.70) \\ &= \$ 27.85\end{aligned}$$

Donde:

CEB = costo de la energía en el periodo base.

CEI = costo de la energía en el periodo intermedio.

Costo anual de energía en aulas y baños (96 días) = (\$ 27.85) (96 días) = **\$ 2,673.60**

Costo diario de energía en pasillos = (PLP) (8 hr) (\$ 0.4003) + (PLP) (4 hr) (\$ 0.4979)

= (0.684 kW) (8 hr) (\$ 0.4003) + (0.684 kW) (4 hr) (\$ 0.4979) = (\$ 2.20) + (\$ 1.40)

= \$ 3.60

Costo anual de energía en pasillos (96 días) = (\$ 3.60) (96 días) = **\$ 345.60**

**Costo de energía anual (horario de invierno) = \$ 3,019.20**

**COSTO DE ENERGÍA TOTAL AL AÑO = \$ 4336.75 + \$ 3,019.20 = \$ 7,355.95**

Costo de lámparas T8 32W = (212 lámparas) (costo de lámpara – incentivo FIDE)

= (212 lámparas) (\$ 23.00 – \$ 6.40) = \$ 3,519.20

Costo de balastro electrónico 2X32W = (53 balastos) (costo del balastro – incentivo FIDE)

= (59 balastos) (\$ 146.00 – \$ 38.40) = \$ 6,348.40

**Costo total del sistema lámpara-balastro = \$ 9,867.60**

Horas de uso del sistema al año = (12 hr) (179 días) = 2 148 hrs.

Por lo tanto las lámparas tendrán una vida útil de 9 años 4 meses aproximadamente y la vida del balastro será de 18 años 7 meses aproximadamente.

Las características y los resultados entre los sistemas comparados se muestran en la tabla 3.5.

TABLA 3.5 Comparación entre el sistema instalado en el ITSON y el sistema propuesto

ESPECIFICACIÓN DE OPERACIÓN DEL SISTEMA	SISTEMA BALASTRO CONVENCIONAL 2X39W ENCENDIDO SLIMLINE	SISTEMA BALASTRO ELECTRÓNICO 2X32 W ENCENDIDO RAPIDO
1.- Tensión de línea (V)	127	127
2.- Factor de potencia (FP)	92 %	99.50 %
3.- Potencia de línea	94W	57W
4.- Factor de balastro (FB)	75%	88%
5.- Distorsión de armónicas (THD)	THD < 20 %	THD < 10%
6.- Costo aproximado del balastro	\$ 80.00	\$ 107.60 **
7.- Tipo de lámpara	T12 39W	T8 32W
8.- Vida de la lámpara (hr)	9 000	20 000
9.- Vida útil del balastro (hr)	10 000	40 000
10.- Lúmenes de la lámpara	2600	2950
11.- Flujo real (L X 2 X FB)	3900	5192
12.- No. de luminarios	106	106
13.- Costo del kWh (base)	\$ 0.4003	\$ 0.4003 *
14.- Costo del kWh (intermedio)	\$ 0.4979	\$ 0.4979 *
15.- Costo del kWh (punta)	\$ 1.3896	\$ 1.3896 *
16.- Horas de operación por día (salones y baño)	12	12
17.- Horas de operación por día (Pasillos)	12	12
18.- Días de operación al año	179	179
19.- Consumo anual en kWh	29 892	18 126
20.- Costo anual de energía	\$ 11,789.80	\$ 7,355.95
21.- Costo balastro / lámpara	\$ 11,617.00	\$ 9,867.60 **
22.- Ahorro anual en kWh	X	11 766
23.- Ahorro anual en pesos	X	<b>\$ 4,433.85</b>
24.- Costo de la inversión anual (20+21)	\$ 11,789.80 ***	\$ 17,223.55
25.- Ahorro mensual (23÷12 meses)		<b>\$ 369.50</b>
26.- inversión entre ahorro mensual (21÷25)		26.70
27.- Amortización en años (26÷12 meses)		<b>2 año 2 meses aprox.</b>

\* Es el cargo por kWh al mes de marzo del 2003 y se refiere a la tarifa HM en la región noroeste  
 Datos obtenidos de la pagina oficial de Comisión Federal de Electricidad

[www.cfe.gob.mx/www2/tarifas/Tarifas.asp](http://www.cfe.gob.mx/www2/tarifas/Tarifas.asp)

\*\* Los costos de lámparas y balastos incluyen el incentivo del FIDE.

\*\*\* Considerando que no se tiene inversión inicial de material ya que se trata del sistema actualmente instalado en la institución.

### **3.2 COMBINACIÓN BALASTRO ELECTRÓNICO LÁMPARA 32W Y 59W.**

Aquí se compara el sistema actual instalado en el ITSON con un sistema combinado de balastro electrónico-lámpara T8 de 32W y 59W.

En este estudio se hacen las mismas consideraciones que se tienen en la parte 3.1 en cuanto a horarios, días de operación y tarifa del sistema.

Se tiene un cambio con respecto al numero de luminarios. En esta propuesta se contemplan 44 luminarios de 8 pies (96") con sus respectivos balastos electrónicos 2X59W y 88 lámparas T8 59W. Para los pasillos y los baños se consideran 18 luminarios de 4 pies (48") con 18 balastos 2X32W y 36 lámparas T8 32W.

#### **3.2.1 SISTEMA BALASTRO ELECTRÓNICO LÁMPARAS T8 59W Y T8 32W**

Como ya se había mencionado anteriormente las lámparas en el área de aulas y baños se encuentran en funcionamiento de 07:00 a 13:00 hrs. y de 15:00 a 21 hrs. lo cual da un total de 12 horas de consumo diarias. En ese tiempo se encuentra el horario punta que es de 20:00 a 23:00 hrs. y se considerará ya que el costo de la energía eléctrica es mayor en ese periodo. Los pasillos se iluminan hasta el amanecer por lo que se consideraran 12 horas de consumo diarias en éstos.

El balastro electrónico contribuye bastante en el ahorro de energía ya que el sistema de lámpara T8 59W combinado con un balastro 2X59W disminuye el consumo de energía.

Este sistema consume aproximadamente 106W en conjunto.

La vida útil de la lámpara en este caso es de 20 000 hrs. y la del balastro es de 40 000 hrs.

Potencia lámpara-balastro en aulas (PLA) = 4.664 kW

Potencia lámpara-balastro baños (PLB) = 0.342 kW

Potencia de lámpara-balastro en pasillos (PLP) = 0.684 kW

### HORARIO DE VERANO

$$\begin{aligned}\text{Costo diario de energía en aulas} &= (\text{PLA}) (9 \text{ hr}) (\text{CEI}) + (\text{PLA}) (3 \text{ hr}) (\text{CEP}) \\ &= (4.664 \text{ kW}) (9 \text{ hr}) (\$ 0.4979) + (4.664 \text{ kW}) (3 \text{ hr}) (\$ 1.3896) = (\$ 20.90) + (\$ 19.45) \\ &= \$ 40.35\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Costo diario de energía en baños} &= (\text{PLB}) (9 \text{ hr}) (\text{CEI}) + (\text{PLB}) (3 \text{ hr}) (\text{CEP}) \\ &= (0.342 \text{ kW}) (9 \text{ hr}) (\$ 0.4979) + (0.342 \text{ kW}) (3 \text{ hr}) (\$ 1.3896) = (\$ 1.53) + (\$ 1.42) \\ &= \$ 2.95\end{aligned}$$

Donde:

CEI = costo de la energía en el periodo intermedio.

CEP = costo de la energía en el periodo punta.

$$\text{Costo anual de energía en aulas y baños (83 días)} = (\$ 43.3) (83 \text{ días}) = \mathbf{\$ 3,593.90}$$

$$\begin{aligned}\text{Costo diario de energía en pasillos} &= (\text{PLP}) (9 \text{ hr}) (\$ 0.4979) + (\text{PLP}) (3 \text{ hr}) (\$ 1.3896) \\ &= (0.684 \text{ kW}) (9 \text{ hr}) (\$ 0.4979) + (0.684 \text{ kW}) (3 \text{ hr}) (\$ 1.3896) = (\$ 3.05) + (\$ 2.85) \\ &= \$ 5.90\end{aligned}$$

$$\text{Costo anual de energía en pasillos (83 días)} = (\$ 5.90) (83 \text{ días}) = \mathbf{\$ 489.70}$$

$$\text{Costo de energía anual (horario de verano)} = \mathbf{\$ 4,083.60}$$

**HORARIO DE INVIERNO**

$$\begin{aligned}\text{Costo diario de energía en aulas} &= (\text{PLA}) (8 \text{ hr}) (\text{CEB}) + (\text{PLA}) (4 \text{ hr}) (\text{CEI}) \\ &= (4.664 \text{ kW}) (8 \text{ hr}) (\$ 0.4003) + (4.664 \text{ kW}) (4 \text{ hr}) (\$ 0.4979) = (\$ 14.90) + (\$ 9.30) \\ &= \$ 24.20\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Costo diario de energía en baños} &= (\text{PLB}) (8 \text{ hr}) (\text{CEB}) + (\text{PLB}) (4 \text{ hr}) (\text{CEI}) \\ &= (0.342 \text{ kW}) (8 \text{ hr}) (\$ 0.4003) + (0.342 \text{ kW}) (4 \text{ hr}) (\$ 0.4979) = (\$ 1.10) + (\$ .70) \\ &= \$ 1.80\end{aligned}$$

Donde:

CEB = costo de la energía en el periodo base.

CEI = costo de la energía en el periodo intermedio.

$$\text{Costo anual de energía en aulas y baños (96 días)} = (\$ 26) (96 \text{ días}) = \mathbf{\$ 2,496.00}$$

$$\begin{aligned}\text{Costo diario de energía en pasillos} &= (\text{PLP}) (8 \text{ hr}) (\$ 0.4003) + (\text{PLP}) (4 \text{ hr}) (\$ 0.4979) \\ &= (0.684 \text{ kW}) (8 \text{ hr}) (\$ 0.4003) + (0.684 \text{ kW}) (4 \text{ hr}) (\$ 0.4979) = (\$ 2.20) + (\$ 1.40) \\ &= \$ 3.60\end{aligned}$$

$$\text{Costo anual de energía en pasillos (96 días)} = (\$ 3.60) (96 \text{ días}) = \mathbf{\$ 345.60}$$

$$\text{Costo de energía anual (horario de invierno)} = \mathbf{\$ 2,841.60}$$

$$\text{COSTO DE ENERGÍA TOTAL AL AÑO} = \mathbf{\$ 4,083.60 + \$ 2,841.60 = \$ 6,925.20}$$

### 3.2.2 CÁLCULO DEL COSTO TOTAL DEL SISTEMA COMBINADO

Costo de lámparas T8 32W = (36 lámparas) (costo de lámpara – incentivo FIDE)

= (36 lámparas) (\$ 23.00 – \$ 6.40) = \$ 597.60

Costo de lámparas T8 59W = (88 lámparas) (costo de lámpara – incentivo FIDE)

= (88 lámparas) (\$ 60.00 – \$ 11.80) = \$ 4,241.60

Costo de balastro electrónico 2X32W = (18 balastos) (costo del balastro – incentivo FIDE)

= (18 balastos) (\$ 146.00 – \$ 38.40) = \$ 1,936.80

Costo de balastro electrónico 2X59W = (44 balastos) (costo del balastro – incentivo FIDE)

= (44 balastos) (\$ 265.00 – \$ 70.80) = \$ 8,544.80

Costo de luminarios 8 pies (96") = (44 luminarios) (\$ 562.00) = \$ 24,728.00

**COSTO TOTAL DEL SISTEMA = \$ 40 048.80**

Horas de uso del sistema al año = (12 hr) (179 días) = 2 148 hrs.

Por lo tanto las lámparas tendrán una vida útil de 9 años 4 meses aproximadamente y la vida del balastro será de 18 años 7 meses aproximadamente.

La tabla que a continuación se presenta proporciona las características y los resultados de la propuesta hecha en esta parte del capítulo.

TABLA 3.6 Comparación del sistema instalado en el ITSON con el sistema combinado.

ESPECIFICACIÓN DE OPERACIÓN DEL SISTEMA	SISTEMA BALASTRO CONVENCIONAL 2X39W ENCENDIDO SLIMLINE	SISTEMA BALASTRO ELECTRÓNICO 2X32W Y 2X59W ENCENDIDO RAPIDO
1.- Tensión de línea (V)	127	127
2.- Factor de potencia (FP)	92 %	99.50 %
3.- Potencia de línea	94W	57W - 106W
4.- Factor de balastro (FB)	75%	88%
5.- Distorsión de armónicas (THD)	THD < 20 %	THD < 10%
6.- Costo aproximado del balastro	\$ 80.00	\$ 107.60 - 194.20 **
7.- Tipo de lámpara	T12 39W	T8 32W - T8 59W
8.- Vida de la lámpara (hr)	9 000	20 000 - 20 000
9.- Vida útil del balastro (hr)	10 000	40 000 - 40 000
10.- Lúmenes de la lámpara	2 600	2 950 - 5 900
11.- Flujo real (L X 2 X FB)	3 900	5192 - 10 384
12.- No. de luminarios	106	18 - 44
13.- Costo del kWh (base)	\$ 0.4003	\$ 0.4003 *
14.- Costo del kWh (intermedio)	\$ 0.4979	\$ 0.4979 *
15.- Costo del kWh (punta)	\$ 1.3896	\$ 1.3896 *
16.- Horas de operación por día (salones y baño)	12	12
17.- Horas de operación por día (Pasillos)	12	12
18.- Días de operación al año	179	179
19.- Consumo anual en kWh	29 892	17 070
20.- Costo anual de energía	\$ 11,789.80	\$ 6 925.20
21.- Costo balastro / lámpara / luminario	\$ 11 617.00	\$ 40 048.80 **
22.- Ahorro anual en kWh	X	12 822
23.- Ahorro anual en pesos	X	<b>\$ 4 864.60</b>
24.- Costo de la inversión anual (20+21)	\$ 11,789.80 ***	\$ 46 974.00
25.- Ahorro mensual (23÷12 meses)		<b>\$ 405.40</b>
26.- inversión entre ahorro mensual (21÷25)		98.78
27.- Amortización en años (26÷12 meses)		<b>8 año 2 meses aprox.</b>

\* Es el cargo por kWh al mes de marzo del 2003 y se refiere a la tarifa HM en la región noroeste  
 Datos obtenidos de la pagina oficial de Comisión Federal de Electricidad  
[www.cfe.gob.mx/www2/tarifas/Tarifas.asp](http://www.cfe.gob.mx/www2/tarifas/Tarifas.asp)

\*\* Los costos de lámparas y balastos incluyen el incentivo del FIDE

\*\*\* Considerando que no se tiene inversión inicial de material ya que se trata del sistema actualmente instalado en la institución.

## CONCLUSIONES

En este estudio no se consideró la distorsión armónica total (THD), pero es importante tener en consideración que el exceso de THD en los sistemas eléctricos es causa de pérdidas de eficiencia así como de sobrecalentamiento y deterioro de los componentes del sistema.

Otro de los puntos que se debe considerar es el del factor de potencia ya que un factor de potencia alto significa que el sistema o dispositivo eléctrico se está utilizando de manera eficiente. El factor de potencia de los balastos magnéticos tipo “núcleo y bobina” oscila entre 90 y 92%, en cambio un balastro electrónico proporciona un factor de potencia de 99.5 % lo que nos indica el mejoramiento en ese aspecto.

Ya entrando en lo que es el estudio, considero que en la propuesta que realicé en la parte 3.2.1 es demasiada la inversión inicial por lo que su amortización sería en un tiempo muy prolongado. También pude observar que es mejor económicamente el sistema 4X32W ya que en caso de que una lámpara dejara de funcionar sería menor el costo de un tubo T8 32W que uno T8 59W. Además en el sistema 4X32W se utiliza un solo balastro para 4 lámparas y si tomamos en cuenta que son más económicos que los balastos electrónicos de 59W se tiene que la propuesta de la parte 3.1.2 es la más viable.

También hay que tener en cuenta que en esta propuesta no se invertiría en luminarios, con lo que se tendría un gran ahorro en la inversión inicial.

---

Además en calidad de iluminación sería la misma si se selecciona un sistema 4X32W ó un sistema 2X59W considerando que dos lámparas de 32W proporcionan el mismo flujo luminoso que una de 59W. Asimismo, este sistema vendría a mejorar la iluminación de las aulas debido a que la lámpara T8 proporciona una mayor cantidad de flujo luminoso comparada con una lámpara T12.

Entonces si comparo el sistema de iluminación de la propuesta 3.1.2, con el sistema que tiene instalado el ITSON en la actualidad, creo que sería el indicado por los motivos de mejoramiento de iluminación y de un considerable ahorro de energía.

**BIBLIOGRAFÍA****LIBROS CITADOS**

El ABC del alumbrado y las instalaciones eléctricas en baja tensión, Enríquez Harper

2da. edición

Sistemas de iluminación industriales, Frier, 2da. edición.

**PAGINAS DE INTERNET CITADAS**

<http://www.cfe.gob.mx/www2/tarifas/Tarifas.asp>

[www.conae.gob.mx/work/secciones/1168/imagenes/man-mi-2001.pdf](http://www.conae.gob.mx/work/secciones/1168/imagenes/man-mi-2001.pdf)

[www.conae.gob.mx/work/secciones/516/imagenes/guias2002.pdf](http://www.conae.gob.mx/work/secciones/516/imagenes/guias2002.pdf)

[www.geiluminacion.com/mx/download/8.glosario.pdf](http://www.geiluminacion.com/mx/download/8.glosario.pdf)

[www.edison.upc.es/curs/ilum/indice0.html](http://www.edison.upc.es/curs/ilum/indice0.html)

[www.conservaenergia.com/catalogo/ISB/balastros.htm](http://www.conservaenergia.com/catalogo/ISB/balastros.htm)

## GLOSARIO

**Alta frecuencia** Todas las lámparas fluorescentes operan en forma más eficiente cuando funcionan en frecuencias mayores a 15 kHz. Las lámparas fluorescentes de 4 ft. operan con aproximadamente un 10% más de eficiencia mientras que las de 8 ft. presentan una mejora de alrededor del 5%. Esta mejora en la eficiencia es una de las razones por las que los balastos electrónicos han ganado popularidad.

**American National Standard Institute (ANSI)** Instituto Norteamericano de Normas Nacionales. Organización de consenso que coordina las normas voluntarias para las características eléctricas, físicas y de desempeño de las lámparas, balastos, luminarias, y demás equipo eléctrico y de iluminación.

**Balastro** Equipo auxiliar diseñado para arrancar y controlar de manera adecuada el flujo de energía hacia las fuentes de luz del tipo de descarga de gas, tales como las lámparas de descarga de alta intensidad (HID) y fluorescentes.

**Candela (Cd)** La unidad internacional (SI) de intensidad luminosa. El término se ha conservado desde los primeros días de la iluminación cuando se utilizaba una vela normal de un tamaño y composición fija con base para evaluar la intensidad de las otras fuentes de luz.

**Distorsión armónica Total (THD *Total Harmonic Distorsion*)** Mide la distorsión de la onda senoidal en los sistemas de corriente alterna (ac), la cual es causada por ondas de orden más alto sobrepuestas en la frecuencia fundamental (generalmente 60 Hz) del sistema. La THD se expresa en por ciento y puede referirse a cargas eléctricas individuales

(tales como un balastro), o bien, un sistema o circuito eléctrico total en un edificio. ANSI recomienda que la THD no debe ser mayor al 32%, aunque algunos servicios de electricidad tal vez pidan una THD menor para algunos sistemas. El exceso de THD en los sistemas eléctricos puede causar pérdidas de eficiencia así como sobrecalentamiento y deterioro de los componentes del sistema, además, de interferencia en los sistemas de transmisión de datos y voz.

**Eficacia luminosa (eficacia)** La producción de lúmenes de una fuente luminosa dividida entre la potencia de la misma. Se expresa en lúmenes por watt. Por ejemplo, una lámpara de 100 watts que produce 1425 lúmenes tiene una eficacia de 14.25 lúmenes por watt.

**Espectro electromagnético** Un continuo de radiación eléctrica y magnética que puede caracterizarse por frecuencia o longitud de onda. La luz visible incluye una pequeña parte de espectro electromagnético en la región, desde aproximadamente 380 nanómetros (violeta) hasta 760 nanómetros (rojo) por la longitud de onda.

**Factor de balastro** Este es el porcentaje de producción de lúmenes nominal de la lámpara que se puede esperar cuando se opera en un balastro específico comercialmente disponible. Por ejemplo, un balastro que tenga un factor de balastro de 0.93 dará como resultado una emisión de la lámpara del 93% de su producción de lúmenes nominal.

**Factor de Potencia** Medida de la diferencia de fase entre el voltaje y la corriente en los circuitos de corriente alterna. Los factores de potencia pueden variar de 0 a 1.0, siendo el ideal 1.0. Algunas veces el factor de potencia se expresa como un porcentaje. Un factor de

potencia alto significa que el sistema o dispositivo eléctrico se está utilizando de manera eficiente. Las lámpara incandescentes siempre muestran factores de potencia cercanos al 1.0 ya que son cargas “resistivas” simples. El factor de potencia en un sistema de lámpara de descarga se determina según el balastro usado. Generalmente, un factor de potencia “alto” significa un índice de 0.99 o más. El factor de potencia de los balastros magnéticos tipo “núcleo y bobina” oscilar entre 0.90 - 0.92.

**FIDE** Organismo privado no lucrativo, creado en 1990 para promover acciones que induzcan y fomenten el ahorro y uso racional de la energía eléctrica.

**Flujo luminoso** Cantidad derivada del flujo radiante mediante una evaluación de la radiación según su efecto sobre un receptor selectivo, su unidad es el lumen (lm).

**Flujo radiante ( $\phi_r$ )** Es la potencia emitida, transferida o recibida en forma de radiación, la unidad de este flujo es el watt

**Iluminación o Iluminancia (E)** Es la densidad de flujo luminoso en una superficie determinada. En el sistema internacional se expresa en lux (lumen / m<sup>2</sup>) y en el sistema inglés se expresa en footcandles (lumen / ft<sup>2</sup>) Un pie candela es 10.76 veces mayor que un lux, aunque para fines prácticos frecuentemente se considera una relación 10 a 1.

**Índice de rendimiento de color (IRC)** Sistema internacional usado para evaluar la capacidad que tiene una lámpara para reproducir los colores verdaderos de los objetos. Entre más alto sea el IRC (basado en una escala de 0-100), mejor aparecerá el color. Los

IRC de diferentes lámparas se pueden comparar, sin embargo, la comparación numérica sólo es válida si las lámparas que se evalúan tiene la misma cromaticidad (Temperatura de Color). Generalmente, las diferencias en el IRC existentes entre las lámparas no son significativas (visibles a la vista) a menos que dicha diferencia sea mayor que 3-5 puntos.

**Intensidad luminosa (I)** Es la razón de la variación del flujo luminoso  $d\phi$  a un ángulo sólido  $d\omega$ , es decir, como el flujo emitido por unidad de ángulo sólido. Su unidad es el lumen estereorradián (candela).

**Lámpara fluorescente** Es una fuente que produce luz bajo el principio general de luminiscencia; es decir, con baja elevación de temperatura, usando también el fenómeno de fluorescencia.

**Lúmen (lm)** La unidad internacional (SI) para medir el flujo luminoso o cantidad de luz. Por ejemplo, la vela de un candelabro proporciona cerca de 12 lúmenes.

**Luminancia (L)** Es el cociente de la intensidad luminosa en una dirección dada, de un elemento infinitesimal de la superficie que contiene al punto considerado entre el área de la proyección ortogonal del elemento sobre un plano perpendicular a la dirección a la dirección dada. Se expresa en nits (candela /  $m^2$ ), stilbs (candela /  $cm^2$ ) o footlambert (candela /  $ft^2$ ), un footlambert es igual a 3.426 candelas /  $m^2$ ; una candela /  $m^2=0.2919$  footlamberts; un stilb es 104 nits.

**Luminario** Es un equipo que consiste de una lámpara o lámparas con componentes diseñados para distribuir la luz, sostener y proteger la lámpara o lámparas. Cumple con funciones fotométricas, eléctricas, estéticas y de seguridad.

**Lux (lx)** La unidad SI (internacional) de iluminancia. Un lux es igual a 1 lúmen por metro cuadrado.

**Temperatura de color (°K)** Originalmente, era un término empleado para describir la “blancura” de la luz en las lámparas incandescentes. La temperatura de color está directamente relacionado con la temperatura física del filamento dentro de las lámparas incandescentes, por eso se utiliza la escala de temperatura de Kelvin (absoluta) para describir la temperatura de color. En el caso de las lámparas de descarga, donde no hay filamentos involucrados, se utiliza el término “temperatura de color correlacionada” para indicar que la luz aparece “como si” la lámpara de descarga estuviera operando con una temperatura de color determinada.

Aunque tal vez no parezca sensible, la temperatura de color más alta (°K) describe una fuente de color visualmente más fría y más azul. Las temperaturas de color comunes son 2800 °K (incandescentes), 3000 °K (halógenas), 4100 °K (blanco frío o fluorescentes), y 5000 °K (colores fluorescentes simuladores de la luz del día).