



Programa de Desarrollo Profesional UPR/PUPR/ATI

Centro de Transferencia de Tecnología en Transportación

Universidad de Puerto Rico, Recinto de Mayagüez

Mayagüez, Puerto Rico

**REDUCCIÓN DEL CONSUMO Y COSTO DE LA ENERGÍA
EN LA ESTACIÓN MARTÍNEZ NADAL DEL TREN URBANO**

Informe de Progreso II

Por:

Miguel A. Lugo Ortiz, Depto. de Ingeniería Civil y Agrimensura

Victor M. Molina Vargas, Depto. de Ingeniería Mecánica

Universidad de Puerto Rico, Recinto Universitario de Mayagüez

Consejera: Julia S. Mignucci Sánchez, PhD

Sometido a: Benjamín Colucci, PhD, PE, PTOE, Director

1 de marzo de 2008

Resumen

Con la intención de reducir los costos operacionales, mejorar la eficiencia energética y atendiendo la preocupación por la contaminación ambiental que surge de todo desarrollo urbano, nuestra investigación tiene como meta definir alternativas sustentables y mejorar la eficiencia energética de una estación (Martínez Nadal) del Tren Urbano del Área Metropolitana de San Juan.

Éste consiste de una serie de auditorías del consumo eléctrico con el propósito de reducir en lo posible el consumo energético de esta estación, sin alterar su funcionamiento, para la futura implantación de un sistema de energía fotovoltaica. Esta auditoría de energía y diseño del sistema fotovoltaico será realizado con la consulta de los ingenieros encargados del consumo en la estación, profesores y otros peritos en las materias envueltas. Parte del proceso envuelto está detallado en un blog ([blogs.uprm.edu/TU energía](https://blogs.uprm.edu/TUenergia)), dando una participación más amplia para discusión entre los distintos miembros del Programa de Desarrollo.

En este segundo informe de progreso se destaca el trabajo en: auditoría de energía en un área anteriormente designada en la propuesta (estacionamiento y recibidor) y el inicio de la discusión sobre las posibilidades de tecnología en energía solar como fuente de energía para dicho lugar.

Al final de toda la investigación se propondrán unas recomendaciones para reducir el consumo de energía eléctrica en la estación Martínez Nadal del Tren Urbano. Por último, se presentará un sistema solar fotovoltaico para eliminar la dependencia de energía eléctrica de otras fuentes externas a la estación, o al menos reducir esta dependencia.

Los investigadores, Victor Molina Vargas y Miguel Lugo Ortiz son estudiantes subgraduados de Ingeniería Mecánica e Ingeniería Civil, respectivamente; bajo la mentora Julia Mignucci, PhD para el Programa de Desarrollo Profesional UPR/PUPR/ATI dirigido por el prof. Benjamín Colucci, PhD, PE, PTOE.

Contenido

Resumen.....	ii
Contenido	iii
Objetivos.....	4
Metodología/Actividades Realizadas	4
Investigación: Hallazgos Medidas Energéticas Primera Fase	6
Área de Estudio	7
Nuevas Medidas a Considerar	8
Auditoría.....	9
Referencias.....	16

Objetivos

Para el documento final, se pretende investigar mejores soluciones energéticas para la estructura comercial de la estación Martínez Nadal del Tren Urbano. La investigación está dividida tres fases principales. La primera de estas fases, cuyo Informe de Progreso fue sometido, fue una auditoría energética al sistema de iluminación utilizado en el área de la plataforma de abordaje al tren. Este sistema de iluminación es el equipo que mayor consumo energético utiliza en toda la estación. A través de esta auditoría se pretenderá reducir en lo posible el consumo energético de los artefactos utilizados en esta tarea. Se utilizarán varias técnicas conocidas para realizar esta tarea y así poder encontrar la mejor solución disponible.

En este Segundo Informe de Progreso, se continúa el trabajo realizado en el primero. Estos métodos se aplicarán al restante del edificio y se calculará con nuevos datos encontrados. Igualmente, se presentarán los factores que beneficiarán y los que imposibilitan la aplicación de nuevas fuentes de energía en la estación.

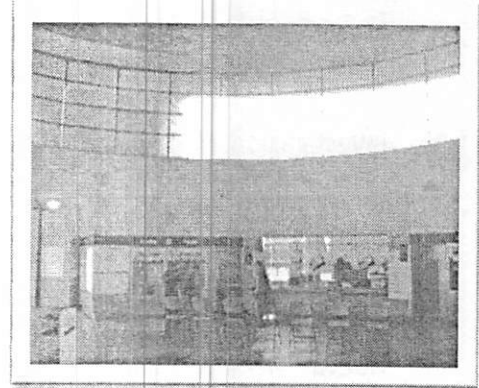


Figura 1: Áreas de estudio (recibidor)

Fuente: Miguel Lugo

Metodología/Actividades Realizadas

En esta segunda fase, los investigadores se concentraron en un área delimitada por el estacionamiento y área de servicio al cliente. Los datos presentados de tipo de iluminarias son tomados directamente de la comunicación con la división de ingeniería de ACI¹.

¹ "MN LIGHTING INVENTORY", suministrado por Ing. Héctor Guillama, Senior Facilities Engineer, ACI.

Entre las visitas realizadas, nos reunimos con Héctor Guillama el día 1 de febrero de 2008 en la estación Martínez Nadal. Igualmente se mantuvo contacto e intercambio de documentos por correo electrónico con personal de ACI.

Como sugerido en presentaciones pasadas, durante diciembre 2007 y enero 2008 se hizo contacto con la oficina de la Arq. Vanessa Miranda para estudiar más a fondo su trabajo respecto a la reducción del consumo en las estaciones del tren, sin embargo, el análisis del mismo no será presentado en este reporte debido a que no ha sido posible asegurar copia del trabajo por el momento. Se espera que eventualmente llegue una copia a la Biblioteca del Centro de Transferencia de Tecnología en Transportación.

El resto del reporte es producto del análisis de los autores mediante investigación de prácticas comunes y nuevas tecnologías en revistas de la industria, la creación de tablas y optimización de datos utilizando hojas de cálculos y las entrevistas mencionadas al inicio junto con los comentarios del mentor.

Investigación: Hallazgos Medidas Energéticas Primera Fase

La siguiente tabla recopila en gran parte las medidas encontradas en el informe anterior.³

<i>Medida</i> <i>Descripción</i>	<i>Ahorros en reducción / costos</i>	<i>Facilidad de Implementación</i>
Calidad de la Iluminación Requerida	Ahorro es variable dependiendo de diferencia entre el consumo de bombillas actuales y su reemplazo	Necesita un análisis previo de la bombilla y el mínimo necesario para implementar mediante el reemplazo de actuales.
Asegurar que la iluminación provista sea suficiente y cumpla con las especificaciones sin exceder tareas básicas y seguridad mediante el reemplazo de iluminarias por modelos de menor voltaje.		
Reemplazo de balastro y bombilla	Oportunidad de ahorro a mediano plazo.	Requiere instalación y compra de nuevos balastros y bombillas.
Siendo las <i>T-8</i> y <i>Super T-8</i> intercompatibles, reemplazo del actual balastro y tipo de bombilla actual (<i>T-8</i>) a <i>Super T-8</i> .		
Fotocontroles	Ahorro de 40-70% del consumo por iluminación, dependiendo de radiación solar constante.	Requiere compra, instalación y calibración de fotocontroles.
Proveen una indicación directa de disponibilidad de luz diurna en el lugar, por lo que pueden compensar por días nublados, eclipses, etc. De la misma forma, hay que instalarlos en un lugar donde puedan "ver" la luz.		
Sistema de controles automáticos del motor	Ahorro a corto o mediano plazo dependiendo de tecnología utilizada.	Requiere compra de controles y su instalación en el sistema. Poco conocimiento del funcionamiento de escaleras eléctricas.
Un sensor interno monitorea la potencia requerida para mantener el motor operando a su velocidad de operación normal. Cuando la carga del motor necesaria es menor que la ofrecida, el sistema reduce el voltaje y la corriente ofrecida al motor.		

³ Miguel Lugo y Víctor Molina. Reducción de consumo y costo de energía en estación Martínez Nadal: Informe de Progreso I. 17 de diciembre de 2007.

Área de Estudio

En esta Segunda Fase, el área de estudio estuvo comprendida por el recibidor, los exteriores de la estructura y el estacionamiento a cargo de Alternative Concepts Inc. Los hallazgos presentan lo siguiente:

Servicio al Cliente

El área de Servicio al Cliente cuenta con dos computadoras laptops y una impresora laser, por lo que, aunque estos equipos consumen energía, su cantidad es despreciable para hacer algún tipo de medida más allá del buen uso y manejo de las mismas. Se recomienda que se continúe con computadoras estilo laptop y no desktop ya que su consumo es menor. Igualmente, todo otro periférico debe mantenerse apagado y desconectado para evitar "cargas fantasmas."

Máquinas Dispensadoras de boletos

Al ser dispositivos ajustados a las necesidades de la estación y altamente sensitivos, es muy difícil conseguir una verdadera reducción, sin embargo se puede crear modos de "stand-by" para las pantallas, especialmente durante la noche.

Iluminación y Baño

El baño sólo consume energía por la iluminación, por lo que este problema ya ha sido atendido en el informe de progreso anterior. Las recomendaciones para el baño y la iluminación en alrededores son aplicar las mismas medidas encontradas y evitar la instalación de un secador de manos de alta potencia en el baño. Sin embargo, esta nueva cantidad de bombillas sí fueron consideradas en la auditoría general.

Brazos de entrada/salida

Debido a la tarea detallada de estos aparatos y su consumo despreciable, se recomienda pasar los mismos por alto.

Nuevas Medidas a Considerar

Incorporar Stand-By Mode

Las máquinas de boletos en el interior pueden configurarse para cortar la corriente a las pantallas durante el tiempo en el que el terminal está cerrado. Igualmente, se podría reducir a una el número de máquinas encendidas en el exterior durante dicho tiempo. Se desconoce cuánta energía esta medida puede arrojar. Esta instalación puede hacerse fácilmente debido a que existe un personal que atiende exclusivamente el manejo de las mismas.

Revisar Controles de Acondicionadores

La estación cuenta con un Split Unit de 24,000 BTU en cuarto de Operadores y en Cuarto de Elevadores, un Split Unit de 12,000 BTU en cuarto de Station Oficiais y una unidad de 5 ton. en cuarto eléctrico. Debido a que estos lugares no atienden público, sino que son utilizados para la maquinaria, existe una oportunidad de reducción. Instalar cronómetros para las horas y disminuir hasta la temperatura mínima posible el funcionamiento de las unidades debe ser más que necesario para crear reducción.

Postes Solares

La iluminación de los estacionamientos puede ser reemplazada por postes solares, cuyo costo fluctúan entre \$900 y \$2000 dependiendo del número de características deseadas. Los postes actuales pueden ser utilizados y sólo cambiar el conjunto de lámpara para que el sistema funcione y no sea necesario tener el estacionamiento consumiendo energía. Debido a que el estacionamiento está encendido toda la noche, el costo de su consumo es aproximadamente \$900, por lo que el sistema se pudiese pagar en cinco años (ver tablas de Auditoría para costos y otros precios).

Auditoría

En el informe de progreso pasado analizamos las luminarias utilizadas en el área de la plataforma de abordaje al tren, y pudimos observar que la iluminación en esa área equivale a un 39% de la energía total consumida en la estación. Después de la auditoría energética realizada se logró disminuir el consumo de las luminarias en esa área en un 43% como máximo, ya que depende de unas condiciones solares óptimas.

Para este informe de progreso se estuvo analizando el resto de las luminarias utilizadas en la estación Martínez Nadal. El consumo energético utilizado por ellas asciende a 541.14 KWh, lo que representa una gran oportunidad de reducción energética. En la tabla presentada a continuación se puede observar las distintas luminarias utilizadas en la estación, así como la cantidad de cada una de ellas. También se presenta la ubicación, el tiempo de uso y la cantidad de energía utilizada por ellas en un día normal de uso del sistema.

Luminarias Originales						
Nom bre	Ubicación	Iluminació n Requerida (Lx)	Canti dad	Pote ncia (W)	Tiem po Uso (Hrs.)	Energía Consumida (KWh/día)
L-1	Exterior, Entrada y Plataforma	110	14	70	12	11.76
L-2	Plataforma	160	33	100	24	79.20
L-3			0	70	0	0.00
L-4*	Cuartos de Seguridad y Custodia	160	5	128	18	11.52
L-5	Pasillos	215	8	100	18	14.40
L-6**	Recibidor	215	12	64	8	6.14

L-7**	Cuartos Eléctrico, Almacén, Teléfono, Equipos, Emergencia	215 110 160	8	64	18	9.22
L-8	Recibidor	215	8	400	8	25.60
L-9			0	150	0	0.00
L-10	<i>Communications</i> <i>Bungalow</i>	215	6	175	18	18.90
L-11	Recibidor	215	8	26	8	1.66
L-12	Exterior y Recibidor	215	49	100	18	88.20
L-13	Estacionamiento y Exterior	20	69	175	12	144.90
L-14			0	100	0	0.00
L-15**	Baños	215	4	64	18	4.61
L-16	Recibidor	215	21	250	8	42.00
L-17	Escaleras	270	6	26	18	2.81
L-18	Cuarto Baterías	215	2	150	18	5.40
L-19	Estacionamiento y Exterior	20	24	250	12	72.00
L-20**	<i>Ejector Room</i>	160	2	64	18	2.30
L-	Recibidor	215	1	64	8	0.51

21**						
Total						541.14
* Cuatro tubos T-8 de 32W cada uno.						
** Dos tubos T-8 de 32W cada uno.						

En esta tabla podemos observar que la cantidad de energía utilizada por las luminarias analizadas es de 541.14 KWh por día, lo equivalente a un 32% de la energía eléctrica utilizada por toda la estación. Si sumamos esta energía a la utilizada por las luminarias de la plataforma de abordaje podemos observar que la cantidad total de electricidad que se consume por luminarias asciende a 1,206.42 KWh (71% de la energía eléctrica total utilizada).

Después de analizar los datos tabulados y los reglamentos de iluminación de la estación Martínez Nadal se logró crear una reducción energética considerable en esta parte de la investigación. A continuación se presenta una tabla con la auditoría energética realizada. Se puede observar las mismas luminarias presentadas en la tabla anterior, pero con unos valores distintos de energía utilizada. Luego de la tabla se explica paso a paso los cambios realizados para lograr los valores presentados.

Luminarias Auditadas						
Nom bre	Ubicación	Ilumina ción Requerida (Lx)	Canti dad	Pote ncia (W)	Tiem po Uso (Hrs.)	Energía Consumida (KWh/día)
L-1	Exterior, Entrada y Plataforma	110	14	70	12	11.76
L-2	Plataforma	160	33	100	24	79.20
L-3			0	70	0	0.00

L-4*	Cuartos de Seguridad y Custodia	160	3	96	18	5.18
L-5**	Pasillos	215	8	48	18	6.91
L-6**	Recibidor	215	6	48	8	2.30
L-7**	Cuartos Eléctrico,	215				
	Almacén, Teléfono, Equipos, Emergencia	110				
L-8	Recibidor	215	7	48	18	6.05
L-8	Recibidor	215	8	250	8	16.00
L-9			0	150	0	0.00
L-10*	<i>Communications Bungalow</i>	215	6	96	18	10.37
L-11	Recibidor	215	8	26	8	1.66
L-12**	Exterior y Recibidor	215	49	48	18	42.34
L-13	Estacionamiento y Exterior	20	35	Solar	12	0.00
L-14			0	100	0	0.00
L-15**	Baños	215	2	48	18	1.73
L-16*	Recibidor	215	21	96	8	16.13
L-17	Escaleras	270	6	26	18	2.81
L-18*				96 &		
**	Cuarto Baterías	215	1 & 1	48	18	2.59

L-19	Estacionamiento y Exterior	20	12	Solar	12	0.00
L-20**	Ejector Room	160	2	48	18	1.73
L-21**	Recibidor	215	1	48	8	0.38
Total						207.14
* Cuatro tubos Super-T-8 de 24W cada uno.						
** Dos tubos Super-T-8 de 24W cada uno.						

En esta tabla se pueden observar los valores que han cambiado con respecto a la tabla anterior en las celdas oscurecidas. Se puede observar que se han cambiado varios tipos de luminarias, se han incluido luminarias solares y se han reducido cantidades significativas de luminarias, lo que se refleja en una reducción cuantiosa de energía consumida. De 541.14 KWh/día que se estaba consumiendo antes de la auditoría energética se redujo a 217.14 KWh/día, lo que refleja una reducción de 62%.

La reducción energética más significativa que se puede observar en este informe se debe a la implementación de luminarias solares-fotovoltaicas en el área del estacionamiento de la estación. Se sustituyó las luminarias en los postes del estacionamiento, que consumían 216.9 KWh/día (equivalente a \$910.98 mensuales), por luminarias instaladas con un sistema fotovoltaico. Estas luminarias satisfacen el requisito de iluminación exigido en la estación, por lo que no se tendrá problemas con su implementación, al igual que las otras luminarias cambiadas en la auditoría. El costo del cambio de las luminarias existentes a las fotovoltaicas es de \$900 por cada una, lo que representa un gasto de \$42,300 (47 luminarias serán cambiadas). El tiempo de recobro de este dinero se puede obtener ya que se sabe que el ahorro por la instalación de ellas será de \$910.98 mensuales. Este tiempo es de 47 meses, lo equivalente a 3 años y 11 meses. Después de este tiempo, se empezarán a observar las ganancias de la inversión. Al cambiar estas luminarias se puede ver una reducción de 40% en el consumo energético estudiado en este informe.

Otras luminarias cambiadas para lograr una reducción significativa en el consumo energético fueron las L-12 y L-16. Estas luminarias eran de tipo *Metal Halide*, y se reemplazaron por luminarias de tipo fluorescente Super-T-8. Las luminarias L-12 consumían 100 W cada unidad, mientras que la sustitución de ellas consume tan solo 48 W (dos tubos por bombillas) cada una, pero continúa cumpliendo los reglamentos de iluminación. Por otro lado, las luminarias L-16 eran anteriormente de 250 W y se han sustituido por luminarias de 96 W (cuatro tubos por bombilla). Este cambio de luminarias ahorra un total de 71.73 KWh/día (equivalente a \$301.27 mensuales). El cambio de estas luminarias a Super-T-8 conlleva un cambio de equipo, el cual no se ha podido estimar por falta de información, y por lo tanto no se ha podido calcular el tiempo de recobro del mismo.

Las luminarias L-5 y L-10 también han sido cambiadas por unas del tipo Super-T-8. En el caso de las L-5 se ha visto un ahorro de 7.49 KWh/día y en las L-10 de 8.53 KWh/día. Las luminarias L-5 son usadas en el pasillo hacia los cuartos del equipo y las L-10 en el cuarto *Communications Bungalow*. Estas bombillas eran anteriormente del tipo *Metal Halide*, lo cual significa que su implementación conlleva un gasto en compra de equipo, al igual que las L-12 y L-16. El tiempo de recuperación de ese dinero tampoco se ha podido calcular, pero el ahorro mensual al cambiar estas luminarias asciende a \$67.28 mensuales.

Las luminarias L-4, L-6, L-7, L-15, L-20 y L-21 eran del tipo fluorescentes T-8. Por esta razón las podemos cambiar por las tipo Super-T-8 y lograr una reducción en su consumo energético sin tener que recurrir a algún cambio de equipo como en los casos anteriores. En el caso de las lámparas T-8 y Super T-8 ambas son compatibles, por lo cual lo único que habría que cambiar sería el balastro y los tubos, lo cual se puede hacer mientras se van fundiendo o dañando las existentes y así evitar un costo por reemplazo ya que ambas son de precios parecidos en el mercado. Al cambiar todas las luminarias de este tipo se logrará una reducción energética de 16.94 KWh/día (equivalente a \$71.15 mensuales). Se puede observar que se ha disminuido la cantidad de luminarias necesarias de este tipo ya que los tubos Super-T-8 proveen mayor iluminación a la vez que consumen menos energía, por lo que ya no es necesario tener algunas lámparas juntas como estaban colocadas anteriormente.

Las luminarias L-18 eran del tipo incandescentes y las hemos reemplazado por unas del tipo Super-T-8. Estas luminarias pertenecen al cuarto de baterías, por lo cual es muy buena idea

haberlas cambiado por unas luminarias que producen menos calor y por consiguiente aminorar su eficiencia energética. En este cambio se logró un ahorro de 2.81 KWh/día (equivalente a \$11.80 mensuales).

Por último, las luminarias L-8 fueron reemplazadas por otras luminarias con menor consumo energético. Estas luminarias consumían 400 W cada una y fueron reemplazadas por las utilizadas en el tipo L-16 que consumen 250 W cada una. Estas lámparas están puestas en la estación para resaltar la obra artística que hay en la bóveda de recibidor, por lo tanto al reemplazar las luminarias utilizadas no se crea ninguna violación al reglamento de iluminación de la estación. Aún así, se reemplazaron por luminarias que mantuviesen la cantidad de iluminación necesaria en el área donde están situadas (el recibidor). Ambas luminarias son del tipo *Metal Halide*, pero con un consumo distinto. El ahorro calculado en este cambio es de 9.60 KWh/día (equivalente a \$40.32 mensuales), y el cambio de luminarias conlleva un gasto menor ya que se estarán reemplazando por equipos que ya se tienen en la estación, pero que serán reemplazados en su área.

En esta auditoría energética se estuvo trabajando con las luminarias utilizadas en toda la estación Martínez Nadal del tren Urbano, excepto las luminarias utilizadas en el área de la plataforma de abordaje al tren que se habían auditado la vez pasada. Se logró una reducción energética bastante considerable en estas luminarias ya que se logró ahorrar más de la mitad de la energía utilizada anteriormente. De 541.14 KWh/día utilizadas antes de la auditoría realizada se logró descender a 207.14 KWh/día (62% de reducción), lo que equivale a un ahorro monetario de \$1,402.80 mensuales.

Al juntas ambas auditorías energéticas realizadas se puede ver cuanto es la cantidad de ahorro energético que se a logrado solamente en el estudio de la iluminación de la estación. Este ahorro energético asciende a 622.96 KWh/día, lo que se traduce como un ahorro de \$2,616.43 mensuales. Esta ahorro energético representa una reducción de 52% de la energía total utilizada para el propósito de iluminación es la estación y una reducción de 37% en comparación con el consumo total de la estación. Mediante estos números podemos comprobar que la iluminación es un área donde se puede lograr un ahorro energético y económico significativo en una auditoría energética.

Referencias

Alliant Energy. T8 Fluorescents. 7 dic 2007.

<<http://www.alliantenergy.com/docs/groups/public/documents/pub/p012398.hcsp>>

Goswami, D. Yogi, Frank Kreith, and Jan F. Kreider. Principles of Solar Engineering. Ed 2. New York City, New York: Taylor & Francis Group, 2000.



Guillama, Héctor. Comunicación por correo electrónico. 29, 31 enero 2008.

Secretaría de Planeación y Desarrollo Estatal Gobierno de Estado de Michoacán, México.

Términos de Referencias para Proyectos, Subcomité de Planificación para el desarrollo Regional, 2005. 10 dic 2007.

<<http://seplade.michoacan.gob.mx/suplader/images/stories/documentos/terminos%20r.doc>>

Wulfinghoff, Donald R. Energy Efficiency Manual: for everyone who uses energy, pays for utilities, designs and builds, is interested in energy conservation and the environment. Energy Institute Press (March 2000)



 Programa de Desarrollo Profesional UPR/PUPR/ATI
 Centro de Transferencia de Tecnología en Transportación
 Universidad de Puerto Rico, Recinto de Mayagüez
 Mayagüez, Puerto Rico
 

Informe de Progreso II

Reducción del Consumo y Costo de la Energía en la Estación Martínez Nadal del Tren Urbano

Por:
 Miguel Lugo Ortiz, Depto. Ing. Civil y Agrimensura
 Víctor M. Molina Vargas, Depto. Ing. Mecánica
 Universidad de Puerto Rico, Recinto Universitario de Mayagüez
 Consejera: Julia S. Mignucci Sánchez, PhD
 Sometido a: Benjamín Colucci, PhD, PE, PTOE, Director
 1 de marzo de 2008

Agenda



- Introducción
- Metodología
- Medidas de Ahorro
- Hallazgos
 - Áreas de estudio Fase II
 - Nuevas medidas
 - Auditoría general
- Plan de Trabajo
- Preguntas

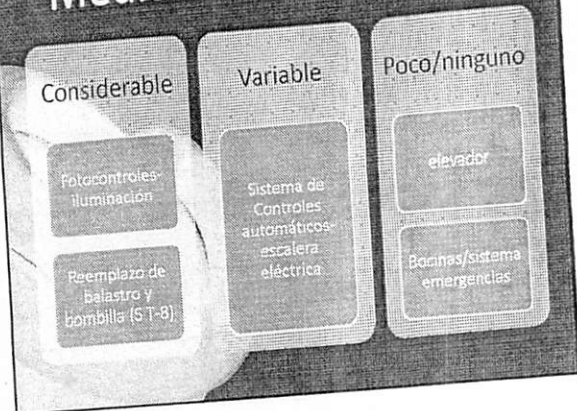
Resumen

- Objetivos generales
- Primer Informe de Progreso
- Resultados

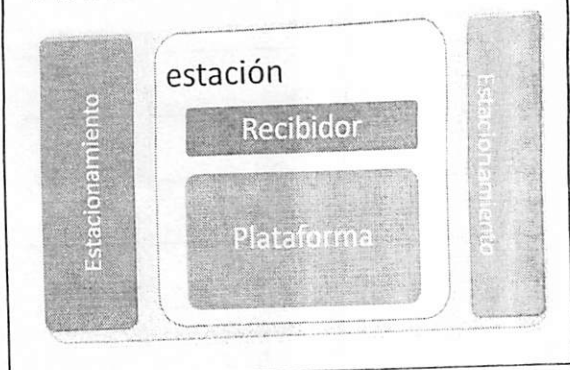
Metodología y métodos

- Análisis de medidas para eficiencia energética
- Recorridos por la estación
- Entrevista con personal ACI
- Información del fabricante
- Discusión escrita y por Blog (blogs.uprm.edu/TUenergia)

Medidas de Ahorro

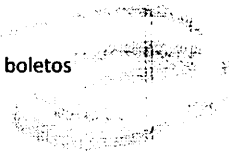


Áreas de Estudio Fase II



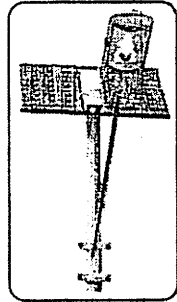
Áreas de Estudio Fase II

- Recibidor
 - Servicio al Cliente
 - Máquinas dispensadoras de boletos
 - Brazos de entrada/salida
 - Iluminación
 - Baño
- Estacionamiento
 - Iluminación



Nuevas Medidas

- Incorporar Stand-by Mode
- Postes solares
- Revisar controles acondicionadores



Luminarias Originales

Nombre	Ubicación	Cantidad	Potencia (W)	Tiempo Uso (Hrs.)	Energía Consumida (KWh/día)
L-1	Exterior, Entrada y Plataforma	14	70	12	11.76
L-2	Plataforma	33	100	24	79.20
L-4*	Cuartos de Seguridad y Custodia	5	128	18	11.52
L-5	Pasillos	8	100	18	14.40
L-6**	Recibidor	12	64	8	6.14
L-7**	Cuartos Eléctrico, Almacén, Teléfono, Equipos, Emergencia	8	64	18	9.27

Fuentes: ACI

Luminarias Originales

Nombre	Ubicación	Cantidad	Potencia (W)	Tiempo Uso (Hrs.)	Energía Consumida (KWh/día)
L-10	Communications Bungalow	6	175	18	18.90
L-11	Recibidor	8	26	8	1.66
L-12	Exterior y Recibidor	49	100	18	88.20
L-13	Estacionamiento y Exterior	69	175	12	144.90
L-15**	Baños	4	64	18	4.61
L-16	Recibidor	21	250	8	42.00
L-17	Escaleras	6	26	18	2.81
L-18	Cuarto Baterías	2	150	18	5.40
L-19	Estacionamiento y Exterior	24	250	12	72.00
L-20**	Ejector Room	2	64	18	2.30
L-21**	Recibidor	1	64	8	0.51
Total					541.14

* Cuatro tubos T-8 de 32W cada uno.

** Dos tubos T-8 de 32W cada uno.

Luminarias Auditadas

Luminarias Auditadas					
Nombre	Ubicación	Cantidad	Potencia (W)	Tiempo Uso (Hrs.)	Energía Consumida (KWh/día)
L-1	Exterior, Entrada y Plataforma	14	70	12	11.76
L-2	Plataforma	33	100	24	79.20
L-4*	Cuartos de Seguridad y Custodia	3	96	18	5.18
L-5**	Pasillos	8	48	18	6.91
L-6**	Recibidor	6	48	8	2.30
L-7**	Cuartos Electrico, Almacén, Telefono, Equipos, Emergencia	7	48	18	6.05
L-8	Recibidor	8	250	8	16.00

Luminarias Auditadas


Nombre	Ubicación	Cantidad	Potencia (W)	Tiempo Uso (Hrs.)	Energía Consumida (KWh/día)
L-10*	Communications Bungalow	6	96	18	10.37
L-11	Recibidor	8	26	8	1.56
L-12**	Exterior y Recibidor	49	48	18	42.34
L-13	Estacionamiento y Exterior	35	Scalar	12	0.06
L-15**	Baños	2	48	18	1.73
L-16*	Recibidor	21	96	8	16.13
L-17	Escaleras	6	26	18	2.81
L-18**	Cuarto Baterías	1 & 1	96 & 48	18	2.59
L-19	Estacionamiento y Exterior	24	Scalar	12	0.00
L-20**	Ejector Room	2	48	18	1.73
L-21**	Recibidor	1	48	8	0.36
Total					207.14

* Cuatro tubos Super-T-8 de 24W cada uno.

** Dos tubos Super-T-8 de 24W cada uno.

Preguntas

Gracias por sus
Comentarios
y atención



Bibliografía

- Alameda, José I. e Irizarry, Edwin. La Situación Energética de Puerto Rico: Proyecciones y Perspectivas. 10 dic 2007. <<http://www.josealameda.com/PDF2007/lasituacionenergeticaenpr.pdf>>
- Alliant Energy. T8 Fluorescents. 7 dic 2007. <<http://www.alliantenergy.com/docs/groups/public/documents/pub/p012398.hcsp>>
- Goswami, D. Yogi, Frank Kreith, and Jan F. Kreider. Principles of Solar Engineering, Ed 2. New York City, New York: Taylor & Francis Group, 2000.
- Guillama, Hector. Comunicación por correo electrónico. 29. 31 enero 2008.
- Wulfinghoff, Donald R. Energy Efficiency Manual: for everyone who uses energy, pays for utilities, designs and builds, is interested in energy conservation and the environment. Energy Institute Press (March 2000)

