

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE PRACTICA	Código	FDE 089
		Versión	01
		Fecha	2013-09-16

USO RACIONAL Y EFICIENTE DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA: RECONVERSIÓN EN LA ILUMINACIÓN EN PLANTAS DE TELEFONÍA DE UNE TELECOMUNICACIONES

Jefferson Viana Morales

Ingeniería Electromecánica

Asesor:

M.Sc, Ing. Jhon Alexander Isaza Hurtado

**INSTITUTO TECNOLÓGICO METROPOLITANO
Medellín, Agosto de 2014**

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	01
		Fecha	2013-09-16

RESUMEN

La iluminación es un tema de gran interés desde finales del siglo pasado con los avances tecnológicos que en su momento comenzaron a surgir. Y que con la ayuda de los fenómenos de calentamiento global y las entidades reglamentarias del consumo energético empezó a ser un asunto de mucha importancia por el alto consumo innecesario que había. Este proyecto tiene como fin erradicar ese consumo innecesario de potencia eléctrica y es en sí una muestra de lo antes mencionado. Para llevar a cabo este proyecto se visitó una de las plantas telefónicas de Une telecomunicaciones y se observó la iluminación que había en el sitio. Se notó que poseían tubos fluorescentes T8 y T12, tubos que tienen una eficiencia muy baja en el tiempo y un alto consumo de potencia. Es necesario realizar unas mediciones de iluminación con un equipo llamado luxómetro que mide la cantidad de luxes en una superficie o espacio que permite realizar una relación de iluminación por cada cuarto de la planta. Luego realizar un modelado por computador utilizando dos programas: el primero AutoCad para realizar el plano arquitectónico del sitio y luego el Dialux para realizar la simulación de iluminación. Dicha simulación se realiza con tubos fluorescentes T5 que son tubos de mayor eficiencia y menor consumo. Después de esto, con el simulado de iluminación, se procede a hacer el cambio de iluminación apoyado en los datos arrojados por el simulador y por último se procede a realizar una segunda medición en los mismos sitios que antes fueron medidos con el fin de poder realizar una comparación y determinar las conclusiones del proyecto.

Este proyecto permite hacer un bosquejo que indica acerca del estado en que se encuentra el consumo de energía eléctrica en las plantas de telefonía de Une Telecomunicaciones sólo en materia de iluminación.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	01
		Fecha	2013-09-16

RECONOCIMIENTOS

Un agradecimiento muy especial a los docentes Francisco Gómez, Luis Jorge Gómez, Julio Casas, Gloria Bernal, Martha Guzmán, entre otros porque han sido unos grandes docentes e imágenes a seguir. A todas las personas que me han brindado de manera desinteresada su conocimiento como Eder Usquiano mi jefe inmediato en Furel de quien más he aprendido en estas prácticas, a los ingenieros Jhon Jairo Restrepo y Oscar Quiceno interventores de UNE quienes sienten una pasión muy grande por enseñar y lo han hecho conmigo. A Rubén Orozco, técnico de Furel que ha trabajado mucho tiempo en este medio de la eléctrica y quien me ha enseñado el arte de trabajar las instalaciones eléctricas, desde ponchar un cable hasta realizar cambios de celdas de medida en subestaciones. Y por último, y más importante, un agradecimiento a mi familia quienes provocaron en mi este amor por la ingeniería.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	01
		Fecha	2013-09-16

TABLA DE CONTENIDO

	Pag.
1. INTRODUCCIÓN	7
1.1 Objetivos	8
2. MARCO TEÓRICO	9
2.1 Diseño de iluminación interior según Retilap	9
2.1.1 Iluminación inteligente	9
2.1.2 Consideraciones antes de realizar un diseño de iluminación	10
2.1.3 Niveles de iluminación	11
2.1.4 Uso racional y eficiente de la energía en iluminación	11
2.2 Software Dialux	12
3. METODOLOGIA	13
3.1 Aspectos generales	13
3.1.1 Solución Propuesta	14
3.1.2 Desventajas	14
3.1.3 Ventajas	15
3.1.4 Líneas de ahorro proyecto de reconversión de iluminación	15
3.2 Visita inicial	16
3.3 Diseño del proyecto de iluminación	16
3.4 Análisis de la información	18
3.5 Registro fotográfico	20
3.6 Materiales	22
4. INFORME ENERGÉTICO Y FINANCIERO	27
5. RESULTADOS	33
5.1 ANALISIS DE LAA INFORMACIÓN Y REGISTRO FOTOGRAFICO	34
6. CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y TRABAJO FUTURO	39
7. REFERENCIAS	40

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	01
		Fecha	2013-09-16

INDICE DE TABLAS

	Pag.
Tabla 1. (Segmento) Niveles de luminancia y UGR según la actividad del sitio. Fuente para UGR, Norma UNE EN 12464-1 de 2003	Pag. 10
Tabla 2. Luminarias existentes en el sitio.	Pag. 15
Tabla 4. Datos técnicos de tubos fluorescentes de 14 W.	Pag. 21
Tabla 5. Datos técnicos de tubos fluorescentes de 28 W.	Pag. 22
Tabla 6. Datos técnicos de tubos fluorescentes de 54 W.	Pag. 23
Tabla 7. Datos técnicos de balastro de 28 W.	Pag. 24
Tabla 8. Datos técnicos de balastro de 54 W.	Pag. 24
Tabla 9. Datos técnicos de SENSOR ODC05-I1W.	Pag. 24
Tabla 10. Datos técnicos de SENSOR OSC15-I0W.	Pag. 25
Tabla 11. Relación entre luminarias nuevas y antiguas.	Pag. 26
Tabla 12. Seguimiento al sistema de iluminación en horas.	Pag. 27
Tabla 13. Seguimiento al sistema de iluminación en KWH.	Pag. 27
Tabla 14 Ahorro realizado (teórico).	Pag. 28
Tabla 15. Análisis financiero reconversión de iluminación.	Pag. 30
Tabla 16. Resultados reconversión de iluminación.	Pag. 31
Tabla 17. Análisis y registro fotográfico de la planta de emergencia.	Pag. 34
Tabla 18. Análisis y registro fotográfico de baterías.	Pag. 35
Tabla 19. Análisis y registro fotográfico del distribuidor.	Pag. 36
Tabla 20. Análisis y registro fotográfico de rectificadores y automáticos.	Pag. 37

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	01
		Fecha	2013-09-16

INDICE DE FIGURAS

	Pag.
Figura 1. Elementos de una lámpara fluorescente.	Pag. 11
Figura 2. Medición de luminosidad.	Pag. 16
Figura 3. Mediciones Hall.	Pag. 17
Figura 4. Mediciones Fetex.	Pag. 17
Figura 5. Mediciones en el distribuidor.	Pag. 18
Figura 6. Mediciones en el cuarto de baterías.	Pag. 18
Figura 7. Mediciones en la planta de emergencia.	Pag. 19
Figura 8. Multinet (antes).	Pag. 20
Figura 9. Baterías 1 (antes).	Pag. 20
Figura 10. Distribuidor 1 (antes).	Pag. 20
Figura 11. Baterías 2 (antes).	Pag. 20
Figura 12. Distribuidor 2 (antes).	Pag. 20
Figura 13. Hall (antes).	Pag. 20
Figura 14. Planta de emergencia (antes).	Pag. 20
Figura 15. Fetex (antes).	Pag. 20
Figura 16. Cambio en el pago de energía eléctrica por concepto de iluminación.	Pag. 29
Figura 17. Potencia antes y potencia después.	Pag. 32
Figura 18. Análisis desarrollado por Dialux.	Pag. 33
Figura 19. Diseño simulado.	Pag. 33

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	01
		Fecha	2013-09-16

1. INTRODUCCIÓN

Actualmente la energía eléctrica es un recurso que se puede encontrar en casi cualquier parte del mundo y la razón de esto es “la facilidad” con la que se puede generar ella. La energía eléctrica es hoy considerada como la fuente de energía moderna, título que mereció, no por mérito propio, sino por la situación energético-ambiental que hoy en día atraviesa el mundo en materia de las fuentes no renovables y su contaminación. Pero sin embargo el uso de la energía eléctrica posee un costo, monetario y ambiental, que la mayoría de las grandes empresas tratan de reducir con el fin de dejar una huella verde en el planeta. Entonces este proyecto tiene como finalidad poder discernir un poco del uso de la energía eléctrica en grandes cantidades y aprovechar las nuevas tecnologías que hoy en día existen con una alta eficiencia y menor consumo de potencia eléctrica. UNE Telecomunicaciones, es una empresa que se separa de su casa matriz en el año 2007 como una unidad especializada en las telecomunicaciones y nuevas tecnologías, es una compañía que para su operar posee muchos edificios que antes eran de EPM, edificios construidos en los años 80’s y 90’s, con tecnologías deficientes en materia de eficiencia energética y un alto consumo de potencia eléctrica para su habitabilidad. En este segundo ítem es donde se nota la necesidad de aplicar nuevas tecnologías para disminuir ese consumo. Se enfoca entonces en la iluminación de los sitios, específicamente uno solo como muestra del resultado de este estudio, y se concluye si es o no viable la ejecución de este proyecto. El proyecto consiste en la modernización de la iluminación del sitio Planta Telefónica Palmas en donde hay montadas luminarias con tubos fluorescentes T8 y T12, tubos que poseen un alto consumo de energía eléctrica por su robustez. Actualmente hay una nueva tecnología en materia de tubos fluorescentes y se trata de los tubos T5. Más delgados que los T8 y T12, una alta eficiencia y un flujo luminoso alto, ideal para los sitios de trabajo. Es entonces importante hacer un análisis de consumo energético de la iluminación y verificar la necesidad de este proyecto como mejora económica, energética y ambiental.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	01
		Fecha	2013-09-16

1.1 OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Evaluar el proyecto de reconversión de iluminación en un concentrador de teléfonos de UNE EPM TELCO S.A EPS.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Identificar las principales causas de consumo eléctrico en las plantas de teléfonos de UNE.
2. Determinar la viabilidad financiera y técnica de la empresa Une Telecomunicaciones para la reconversión del sistema de iluminación en un concentrador de teléfonos de UNE EPM TELCO S.A EPS.
3. Proponer un nuevo sistema de iluminación para mejorar el uso racional de la energía.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	01
		Fecha	2013-09-16

2. MARCO TEÓRICO

Para el desarrollo del proyecto es necesario introducir al lector en temas referentes a la iluminación interior, normas técnicas que hay en el sector eléctrico referente a iluminación, el consumo energético de las luminarias, etc. En la sesión 2.1 se tratará el tema del diseño de un proyecto de iluminación interior, posteriormente se discutirá un programa que será utilizado para el desarrollo de un diseño simulado de iluminación.

El Retilap es el reglamento que tiene por objeto establecer los requisitos y medidas que debe cumplir los sistemas de iluminación y alumbrado público, tendientes a garantizar: los niveles y calidades de la energía lumínica requerida en la actividad visual, la seguridad en el abastecimiento energético, la protección del consumidor y la preservación del medio ambiente; previniendo, minimizando o eliminando los riesgos originados, por la instalación y uso de sistemas de iluminación. (MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA, 2010)

2.1 DISEÑO DE ILUMINACIÓN INTERIOR SEGÚN RETILAP

Según (MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA, 2010) el diseño de iluminación de un espacio interior debe tener en cuenta el área del espacio a iluminar. Además, tener en cuenta los equipos, muebles y enseres que se encuentran en él y que afectan de alguna manera la iluminación que se desea instalar. Y más importante es tener en cuenta la iluminación natural que favorece al espacio. Esto es posible resolverlo con técnicas de iluminación inteligente que se encargue de reconocer la cantidad de luz natural que haya en el recinto y encienda las luces automáticamente.

Adicional a esto se debe tener en cuenta algunos aspectos importantes para la realización de un proyecto de iluminación y más aún un proyecto de iluminación inteligente que tiene como finalidad hacer un uso racional y eficiente de la energía eléctrica.

2.1.1 ILUMINACIÓN INTELIGENTE

La iluminación de un recinto solo puede ser proporcionada de tres formas: la primera es de manera natural, es decir, cuando los rayos del sol iluminan el recinto de manera directa o indirecta. La segunda es la artificial, es decir, cuando se realizan instalaciones eléctricas en

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	01
		Fecha	2013-09-16

el recinto para encender luminarias dentro de él. Y la tercera, la que se denomina iluminación eficiente, es el uso de la iluminación natural apoyada en la iluminación artificial para diferir de la segunda en el consumo energético.

Según RETILAP, una iluminación eficiente basta con proporcionar las garantías de un uso eficiente y racional de la energía eléctrica, y esto es posible con los siguientes puntos: máximo aprovechamiento de la luz natural, control de la iluminación, instalaciones eléctricas eficientes, luminarias con una alta fotometría, manejo de la iluminación en horas de bajo flujo de personas, etc.

En este proyecto se desarrollará una iluminación artificial ya que por motivos de arquitectura del edificio este no posee ventanas, aberturas ni tragaluz que puedan suministrar luz al recinto en mención. Por ello se tratará de proporcionar iluminación artificial con el fin de cumplir con todas las expectativas del proyecto en materia de eficiencia energética.

2.1.2 CONSIDERACIONES ANTES DE REALIZAR UN DISEÑO ILUMINACIÓN

Según RETILAP (MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA, 2010), estos son algunos aspectos importantes a tener en cuenta a la hora de realizar un diseño de iluminación:

1. Conocer con detalles las actividades asociadas con cada espacio.
2. Las exigencias visuales de cada puesto de trabajo y su localización.
3. Las condiciones de reflexión de las superficies
4. Los niveles de iluminancia e uniformidad requeridas
5. La disponibilidad de la iluminación natural.
6. El Control del deslumbramiento.
7. Los requerimientos especiales en las propiedades de las luminarias, por el tipo de aplicación.
8. Propiedades de las fuentes y luminarias, tales como:
 - ⇒ El índice de reproducción del color, lo natural que aparecen los objetos bajo la luz.
 - ⇒ La temperatura del color, la apariencia de calidez o frialdad de la luz.
 - ⇒ El tamaño y forma de la fuente luminosa y de la luminaria.

2.1.3 NIVELES DE ILUMINACIÓN

Anteriormente, cuando no se hablaba de la iluminación como un tema importante sino más bien como el hecho de instalar un foco lumínico que me brinda claridad a la visión, los niveles de luminancia no importaban ya que solo interesaba brindar luz. Y dejaban de lado el hecho de que la luz en un color muy frío desgasta más la vista por el alto brillo que posee, que una luz más cálida cambia el color con el que se perciben los objetos, etc. una serie de conflictos que a simple vista no notamos. Hoy día, la iluminación es vista como un tema muy importante en materia energética, ya que es un consumo que puede ser reducido con el avance de las tecnologías y es regulada su luminancia a través de entidades que se encargan de velar por la salud física y visual de las personas.

Para tal efecto, el Ministerio de minas y energía de Colombia estipuló unos niveles de iluminación que deben tener los espacios de trabajo dependiendo de la labor que allí se realice.

TIPO DE RECINTO Y ACTIVIDAD	UGR _L	NIVELES DE ILUMINANCIA (lx)		
		Mínimo.	Medio	Máximo
Áreas generales en las edificaciones	28	50	100	150
Áreas de circulación, corredores	25	100	150	200
Escaleras, escaleras mecánicas	25	100	150	200
Vestidores, baños.	25	100	150	200
Almacenes, bodegas.	25	100	150	200
Industria eléctrica				
Fabricación de cables	25	200	300	500
Ensamble de aparatos telefónicos	19	300	500	750
Ensamble de devanados	19	500	750	1000
Ensamble de aparatos receptores de radio y TV	19	750	1000	1500
Ensamble de elementos de ultra precisión componentes electrónicos	16	1000	1500	2000

Tabla 1. (Segmento) Niveles de luminancia y UGR según la actividad del sitio. Fuente para UGR, Norma UNE EN 12464-1 de 2003

2.1.4 USO RACIONAL Y EFICIENTE DE LA ENERGÍA EN ILUMINACIÓN

Siguiendo el hecho de que la iluminación eficiente es aquella donde se aprovecha al máximo la iluminación natural, debemos establecer cuáles son los aspectos más importantes a tener en cuenta en el momento en que queramos realizar un proyecto de iluminación interior exitoso:

a) Primero se debe saber si la iluminación artificial se utilizará solo cuando haya ausencia de la natural. Para esto se debe aprovechar la luz natural al máximo usando fotodetectores que encienda la iluminación artificial cuando se ausente la luz natural.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	01
		Fecha	2013-09-16

- b) Segundo se debe tratar de independizar los circuitos de iluminación para establecer con el fin de tener un control sobre la iluminación desde un tablero al que podamos automatizar según el horario de uso de la iluminación artificial.
- c) Tercero es tener un control de iluminación de acuerdo a la necesidad que haya. Es decir, no solo hay que definir si el uso de la iluminación artificial es cuando se ausente la natural, sino también cuando haya presencia del personal. Para esto se debe instalar sensores de presencia en los lugares de menor flujo del personal para evitar gastos innecesarios por descuidos del personal.
- d) Cuarto es definir las fuentes de luz que se utilizará. Para esto hay que tener en cuenta la eficiencia energética de ellas, es decir, los lumens por watts.
- e) Utilizar balastos que ahorren energía, mejoren la iluminación y alarguen la vida de las fuentes de luz.
- f) Realizar mantenimientos programados a las instalaciones, limpieza de luminarias y fuentes de luz, y reemplazar las fuentes de luz.

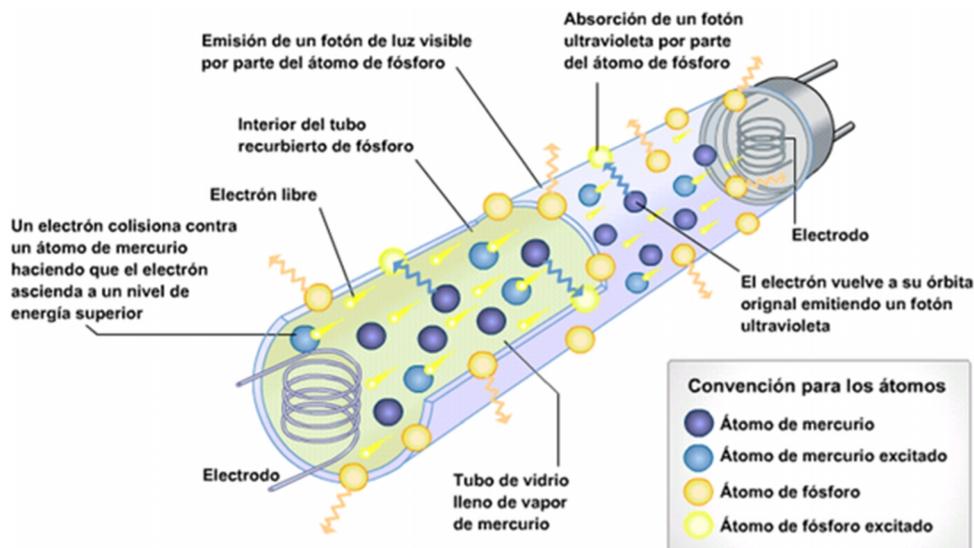


Figura 1. Elementos de una lámpara fluorescente.

2.2 SOFTWARE DIALUX

El Dialux es un software tridimensional que permite realizar modelados de iluminación con el fin de desarrollar proyectos que necesiten de algunos criterios como el diseño del espacio, remarcar la arquitectura, generar la atmósfera deseada, y dirigir la atención, incluyendo el cumplimiento con los niveles de luminosidad.

Pese a que la claridad y la oscuridad sean percibidas igualmente a lo largo y ancho de todo el planeta, en todos los países se han establecido diferentes normas y estándares para la

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	01
		Fecha	2013-09-16

descripción cuantitativa de la luz. Ya que DIALux está disponible para proyectistas de todo el mundo y es usado en el diseño de iluminación a escala global, deberán tenerse en cuenta en el desarrollo continuo del programa diversos estilos a la hora de planificar. Su importancia fundamental radica en la diversidad de enfoques para planificar proyectos dentro de las normas para iluminación de viales. En todas las normas la planificación de viales está desvinculada de la situación real en el lugar concreto. En definitiva, solamente se observa la sección transversal o el perfil del vial, así como a la hora de determinar sus requisitos, el uso y los parámetros relativos a la densidad de tráfico. De este modo se han estipulado sistemas claramente diferenciados para el cálculo en, por ejemplo, Europa y Norteamérica. Mientras en Europa el CIE 140 o la EN 13201 describen todos los parámetros para el cálculo, planificación y evaluación, en Norteamérica esto mismo lo hace la IESNA RP-8-00.

3. METODOLOGÍA

A continuación se detalla la forma en que se realizó el cambio de iluminación en el concentrador de teléfonos de Une Palmas. Este sitio es una central que posee una planta de emergencia, un cuarto de baterías, un distribuidor, un hall, una sala de automáticos y rectificadores. A continuación describiré el desarrollo de este proyecto, desde la visita inicial, pasando por el dibujo del plano, y prosiguiendo con el montaje como tal de la iluminación.

3.1 ASPECTOS GENERALES

Al tener equipos tan antiguos, la empresa desde la subdirección de operaciones se ha enfrentado a varios problemas como la difícil consecución de repuestos y el elevado costo de los mismos en caso de ser conseguidos, la poca confiabilidad que brindan en caso de una emergencia y la ineficiencia que presentan estos equipos en cuanto al consumo de energía, entre los cuales se encuentra la iluminación, que es bastante antigua y es poco eficiente tanto en consumo de energía como en eficiencia lumínica. Este último es uno de los ítems que posee el mayor consumo de energía debido a que los sistemas de iluminación de las plantas permanecen demasiado tiempo encendidas por varios motivos ya sea por descuido del personal que ingresa a la planta y olvida apagar los switches de iluminación de cada cuarto ó porque el vigilante de cada planta constantemente darle ronda a la planta para verificar alguna alarma de los equipos. Adicional a esto, la tecnología que posee las plantas de teléfono (T8 y T12) en sistemas de iluminación es muy obsoleta ya que no es eficiente en comparación con las tecnologías nuevas (LED's y T5) porque la cantidad de Lúmens emitidos por cada Watt de consumo es muy baja. Esto último se debe a que los balastos que poseen las luminarias con T8 y T12, son balastos electromagnéticos que en

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	01
		Fecha	2013-09-16

materia energética son muy ineficientes debido a que su construcción es a partir de un bobinado el cual genera mucho calor y esto traduce a muchas pérdidas de hasta 30W (Sylvania, Osram, 2013). Estos balastos deben suministrar mucha potencia a las lámparas y es por eso que poseen potencias tan altos hasta de 192W. Otro factor que determina el alto consumo de los balastos electromagnéticos es que ellos no pueden corregir la frecuencia de la energía eléctrica, por lo que trabajar de acuerdo a la frecuencia variable que suministra la red comercial esto traduce a que asume la misma cantidad de pérdidas que posee la red y es imposible para ellos reducir el parpadeo de las lámparas. En materia de construcción, poseen un tamaño considerable, es pesado y robusto, con el tiempo de uso tiende a ser ineficiente ya que los bobinados se desgastan, poseen un ruido audible por los humanos.

3.1.1 SOLUCION PROPUESTA

La solución propuesta al problema de consumo energético por iluminación fue la reconversión de iluminación a luminarias más modernas, además de reorganizar todos los circuitos en un mismo tablero de distribución para poder así hacer más fácil el monitoreo.

Esta solución se basó en la eficiencia que posee la tecnología T5 que es mayor en comparación con las T8 y T12 que son las que actualmente poseen las plantas de teléfonos y que por motivos de consumo son necesarias reemplazarlas. Los balastos que posee esta tecnología son balastos electrónicos que por su construcción física y su funcionalidad energética son la mejor opción para realizar un proyecto de reconversión en iluminación. Estos por ser electrónicos reparan la frecuencia con la que la red comercial trabaja, pasándola de ser una frecuencia variable en el tiempo a constante y mayor logrando así un mejor flujo de corriente eléctrica a través del tubo fluorescente, disminuyendo con esto las perdidas por calor a 4W (Wildi, 2007) (Leviton, 2012) y disminuyendo el parpadeo de los tubos. Estos balastos poseen potencias muy bajas en comparación con los que poseen las T8 y T12, su mayor potencia es de 108W que corresponde a dos (2) tubos de 54W cada uno.

3.1.2 DESVENTAJAS LUMINARIAS T5

Es de reconocer que la tecnología T5 posee algunas desventajas que comprenden su alto costo y el cuidado de los equipos por utilizar balastos electrónicos:

1. Costo de inversión relativamente alto.
2. Costo de reposición de cada tubo T5 más alto que el costo de reposición de cada tubo T8 y T12.
3. Son equipos muy delicados debido a que poseen balastos electrónicos que necesitan que la red sea muy estable y uno presente unas fluctuaciones mayores al 5% de la capacidad entregada por la red.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	01
		Fecha	2013-09-16

3.1.3 VENTAJAS LUMINARIAS T5

La tecnología T5 tiene muchas ventajas para una empresa que desee reducir el consumo de energía por iluminación ya que los watts de funcionamiento de cada equipo son muy bajos en comparación con los watts de la tecnología T8 y T12.

1. La cantidad de lúmenes de la lámpara T5 (5000 lumen por tubo) es de aproximadamente 2.3 veces mayor que la cantidad de lúmenes de las lámparas T8 y la T12 (1200 lumen por tubo).
2. Los sensores de varias tecnologías antes mencionados, pueden ser de presencia o infrarrojos, de largo y corto alcance, sensores de sonido, y sensores combinados tanto de presencia como de sonido, los cuales van a hacer un control on/off de la iluminación.
3. La potencia de las lámparas T5 que se van a instalar, son de potencias inferiores a las potencias de las lámparas T12 y T8 con las que se cuentan actualmente en los sitios técnicos.
4. Cantidad de lámparas instaladas es menor.
5. Potencia instalada por sitio por concepto de iluminación menor.
6. La vida útil de las lámparas T5 es el doble de la vida útil de las lámparas T8 y T12 (10000 y 5000 horas respectivamente).
7. La disminución de la eficiencia a través de la vida útil de la lámpara T5 es menor a la disminución de la eficiencia de la lámpara T8 (ó T12) a través de la vida útil.
8. Con las lámparas T8 se puede presentar el efecto estroboscópico peligroso en la industria.

3.1.4 LINEAS DE AHORRO PROYECTO DE RECONVERSION DE ILUMINACIÓN

1. Disminución en el cambio de lámparas al final de la vida útil:
 - a. La vida útil de la lámpara T5 es del doble de la lámpara T8 y T12.
 - b. Las lámparas pasaran de estar prendidas siempre a tener un control on/off por lo tanto su vida útil será alargada.
2. Disminución del consumo de energía:
 - a. Disminución de la potencia instalada
 - b. Disminución del tiempo de trabajo de las luminarias

3.2 VISITA INICIAL

El primer paso es observar la necesidad de un cambio en la iluminación por un alto consumo energético. Este concentrador se encuentra ubicado en el alto de Las Palmas en Medellín, por su ubicación es muy poco concurrido pero sin embargo los técnicos que la visitan son frecuentes en cada semana. Este concentrador en especial presenta una falla y son dos reflectores de 400 W que tiene en el hall principal. Es necesario que haya un control de este servicio ya que el personal técnico realiza las visitas y dejan la iluminación encendida toda la semana, incluyendo fin de semana. Estos reflectores permanecen encendidos ya que el sitio no posee personal de vigilancia en la noche, entonces la cámara de vigilancia asiste con la ayuda de los reflectores. Estos dos reflectores solos representan 800W de potencia eléctrica. Sumados a estos hay unas luminarias de tubos fluorescentes de diferentes potencias:

Luminaria	Unidades	Potencia (W)
2x50W	6	600 W
2x17W	3	102 W
2x59W	2	236 W
1x800W	2	1600W
2x75W	1	150 W
Total		2688 W

Tabla 2. Luminarias existentes en el sitio.

En total el sitio tiene un consumo de 2688 W, es decir 2.688KW en solo iluminación.

3.3 DISEÑO DEL PROYECTO DE ILUMINACIÓN

El fin de este proyecto es hacer un uso racional y eficiente de la energía eléctrica. Entonces se definen los aspectos más importantes en el desarrollo de este proyecto para realizar el diseño de iluminación.

El sitio no cuenta con iluminación natural, ya que no posee ventanas. Por tener equipos tan delicados y que deben estar siempre a una temperatura determinada, no se permiten

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	01
		Fecha	2013-09-16

ventanas que den hacia el exterior del edificio por seguridad y para prever que no se incurra en caso de abrir las ventanas se pierda la temperatura del sitio y entre polvo al lugar. Los trabajos que se realizan dentro del recinto es conexión de cables, limpieza, descargar los equipos de FETEX.

Para poder verificar que los niveles de iluminación son aptos, se deben realizar el plano del sitio para evidenciar la luminosidad real del sitio.

A continuación se puede observar el plano arquitectónico del sitio y las mediciones realizadas en todo el concentrador:

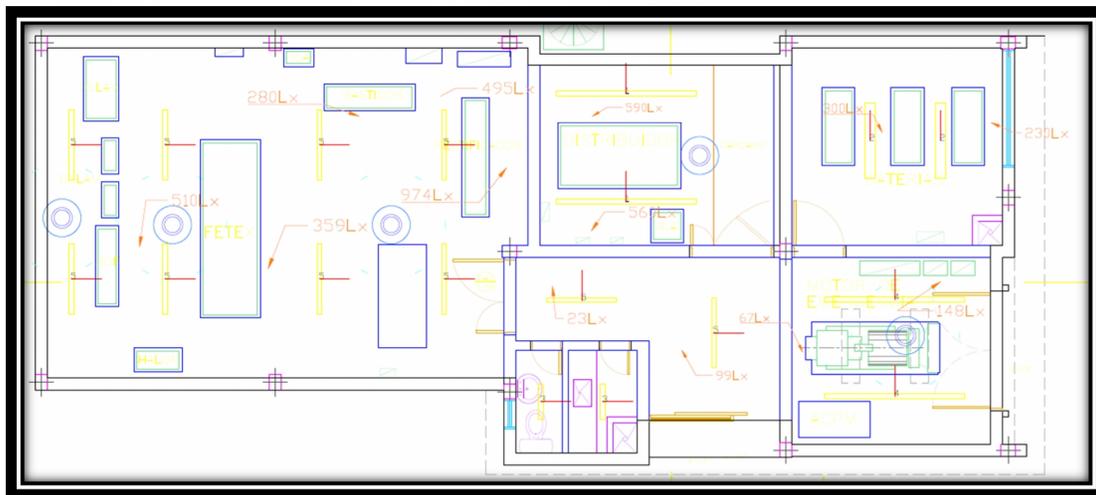


Figura 2. Medición de luminosidad en el sitio.

Utilizando estos datos, se puede realizar un análisis de cómo se encuentra el sitio en materia de iluminación, si está es adecuada o no, si se está generando un gasto energético innecesario que puede ser mejorado por las luminarias nuevas y que además me mejorará los niveles de iluminación.

- Se realizaron 2 mediciones en el distribuidor:

Prom. lum: 575 Lx

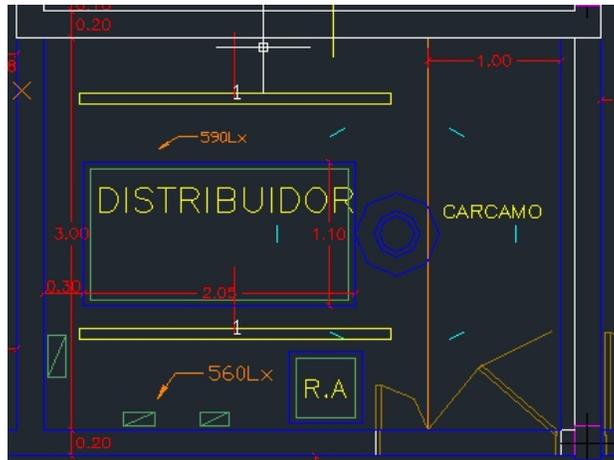


Figura 5. Mediciones en el distribuidor-

- Se tomaron 3 mediciones en la sala de baterías:

Prom. lum: 267 Lx

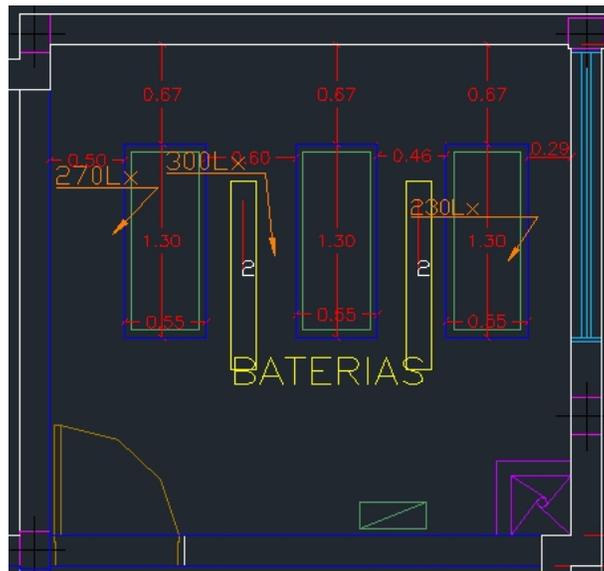


Figura 6. Mediciones en el cuarto de baterías.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	01
		Fecha	2013-09-16

- Se realizaron 3 mediciones en espacio de la planta:

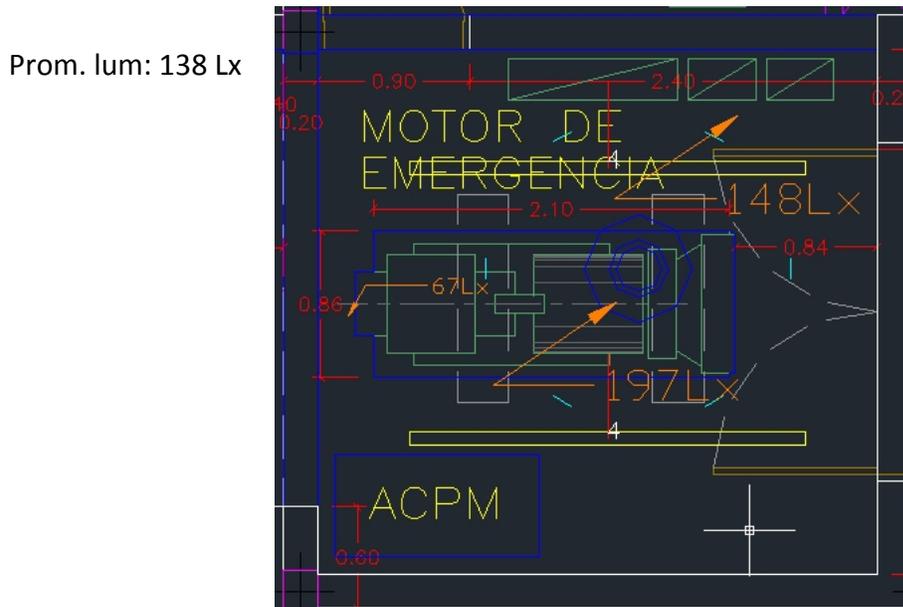


Figura 7. Mediciones en la planta de emergencia.

Los datos anteriores se tomaron del concentrador de teléfonos y de acuerdo al promedio de iluminación y de las tablas de Niveles de iluminancia del RETILAP (Tabla 1.) se puede deducir que los niveles actuales del concentrador son deficientes.

3.5 REGISTRO FOTOGRÁFICO

A continuación se presenta un registro fotográfico tomado en sitio antes de la implementación del proyecto. Se puede observar que las luminarias son tipos T8 o T12 las cuales se desean reemplazar por una tecnología mas eficiente.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	01
		Fecha	2013-09-16

 <p>Figura 8. Multinet (Antes)</p>	 <p>Figura 9. Baterías 1 (Antes)</p>	 <p>Figura 10. Distribuidor 1 (Antes)</p>
 <p>Figura 11. Baterías 2 (antes)</p>	 <p>Figura 12. Distribuidor 2 (antes)</p>	 <p>Figura 13. Hall (antes)</p>
 <p>Figura 14. Planta de emergencia (antes)</p>	 <p>Figura 15. Fetex (antes)</p>	

Tabla 3. Registro fotográfico antes de la implementación del proyecto.

En la Tabla 3 se evidencia zonas negras donde la iluminación es deficiente y la cual se desea mejorar como fin único del proyecto de iluminación.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	01
		Fecha	2013-09-16

3.6 MATERIALES

Para realizar un proyecto de iluminación exitoso es importante tener en cuenta elementos que nos garanticen una eficiencia máxima ya que de ellos dependerá el éxito de un proyecto de iluminación que tiene como propósito realizar un uso adecuado y EFICIENTE de la energía eléctrica. Esta eficiencia es la garantía de que los elementos utilizados generarán el máximo beneficio por menos consumo.

En este proyecto de iluminación se utilizan tubos fluorescentes T5 de 14 W, 28W y 54W marca OSRAM que ofrecen un color de 6500K y una eficiencia del 85% y balastros electrónicos de 2x28W y 2x54W marca OSRAM con que garantizan una eficiencia > 90%.

A continuación se presentan los materiales que se utilizarán para realizar este proyecto y los datos técnicos de cada uno:

Datos eléctricos TUBO FLUORESCENTE T5 14W	
Voltaje nominal	220 V
Potencia nominal	14 W
Eficiencia lámpara (HF data 25 °C)	79 lm/W
Potencia	14.00 W
Consumo de energía	16 kWh/1000h
Datos técnicos de iluminación	
Flujo luminoso a 25 °C	1100 lm
Flujo luminoso a 35 °C	1300 lm
Color de la luz	865
Temperatura de la luz	6500 K
Flujo luminoso nominal	1100 lm
Color de la luz por EN 12464-1	Luz día

Tabla 4. Datos técnicos de tubos fluorescentes de 14 W. Tomados de OSRAM SYLVANIA Co.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	01
		Fecha	2013-09-16

Datos eléctricos TUBO FLUORESCENTE T5 28W	
Voltaje nominal	220 V
Potencia nominal	28 W
Eficiencia lámpara (HF data 25 °C)	86 lm/W
Potencia	27.90 W
Consumo de energía	31 kWh/1000h
Datos técnicos de iluminación	
Índice de rendimiento del color	80...89
Tasa de flujo luminoso	2400 lm
Flujo luminoso a 25 °C	2400 lm
Flujo luminoso a 35 °C	2750 lm
Color de la luz	865
Temperatura de la luz	6500 K
Flujo luminoso nominal	2400 lm
Color de la luz por EN 12464-1	Luz día

Tabla 5. Datos técnicos de tubos fluorescentes de 28 W. Tomados de OSRAM SYLVANIA

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	01
		Fecha	2013-09-16

Datos eléctricos TUBO FLUORESCENTE T5 54W	
Voltaje nominal	230 V
Potencia nominal	54 W
Eficiencia lámpara (HF data 25 °C)	76 lm/W
Potencia	54.10 W
Consumo de energía	60 kWh/1000h
Datos técnicos de iluminación	
Índice de rendimiento del color	≥80
Tasa de flujo luminoso	4100 lm
Flujo luminoso a 25 °C	4100 lm
Flujo luminoso a 35 °C	4750 lm
Color de la luz	865
Temperatura de la luz	6500 K
Flujo luminoso nominal	4100 lm
Color de la luz por EN 12464-1	LUMILUX Cool Daylight

Tabla 6. Datos técnicos de tubos fluorescentes de 54 W. Tomados de OSRAM SYLVANIA

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	01
		Fecha	2013-09-16

BALASTRO ELECTRÓNICO DE 2X28W	
Método de encendido	programado rápido StartBallast
Factor de potencia	1.00
Tipo de circuito	Luminarias en serie
Frecuencia	>42 kHz
Coefficiente de frecuencia	menor que 1.6
Temperatura de encendido	-20°F (-29°C)
Frecuencia de entrada	50/60 Hz
Coefficiente de luz diurna total	<10%
Rango de voltaje a la entrada	±10% of 120-277V rango por línea (108-305V)

Tabla 7. Datos técnicos de balastro de 28W. Tomados de OSRAM SYLVANIA Co.

BALASTRO ELECTRÓNICO DE 2X54W	
Método de encendido	programado rápido StartBallast
Factor de potencia	1.00
Tipo de circuito	Luminarias en serie
Frecuencia	>42 kHz
Coefficiente de frecuencia	menor que 1.6
Temperatura de encendido	-20°F (-29°C)
Frecuencia de entrada	50/60 Hz
Coefficiente de luz diurna total	<10%
Rango de voltaje a la entrada	±10% of 120-277V rango por línea (108-305V)

Tabla 8. Datos técnicos de balastro de 54W. Tomados de (Sylvania, Osram, 2013)

SENSOR ODC0S-I1W	
ESPECIFICACIONES DE CONTROL	
Ajuste	Manual
Ajuste de tiempo manual	20 s – 15 min
ESPECIFICACIONES ELECTRICAS	
Voltaje de entrada	120 Vac 60 Hz
Clasificación de carga	1000W
ESPECIFICACIONES DEL MATERIAL	
Color	Blanco
ESPECIFICACIONES MECANICAS	
Tecnología del sensor	Infrarrojo pasivo
Grados de patrón	360

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	01
		Fecha	2013-09-16

Cobertura (m ²)	49
Fotocélula	apagado de ambiente INCLUIDO
Característica	autónomo
CARACTERÍSTICAS DEL PRODUCTO	
Normas y certificaciones	UL/CSA
Garantía	limitada a 5 años

Tabla 9. Datos técnicos de SENSOR ODC05-I1W tomados de (Leviton, 2012)

SENSOR OSC15-I0W	
ESPECIFICACIONES DE CONTROL	
Ajuste	autoajustable
Ajuste de tiempo manual	30 s a 30 m, modo de prueba 6 s
Ajustes de sensibilidad	0 a 100%
Ajuste de fotocélula	20 a 3.000 lx
ESPECIFICACIONES ELECTRICAS	
Voltaje de entrada	24 Vcc
Consumo de corriente	20 mA
Voltaje de salida	24 V CC con protección de cortocircuito
Tecnología de sensor	utiliza paquetes de alimentación
ESPECIFICACIONES MEDIOAMBIENTALES	
Temp. de funcionamiento	0 °C a 40 °C
Humedad de funcionamiento	0% a 95% relativa, sin condensación
ESPECIFICACIONES DEL MATERIAL	
Color	Blanco crudo
Material del alojamiento	plástico moldeado por inyección de alto impacto
Indicador LED	movimiento infrarrojo rojo
Tipo de lentes PIR	rango extendido
Cables conductores	con código de color de 15 cm
Peso de sensor	5 oz/142 g
ESPECIFICACIONES MECANICAS	
Tecnología del sensor	Infrarrojo pasivo
Grados de patrón	360
Cobertura (m ²)	139
Fotocélula	apagado de ambiente INCLUIDO
Característica	autónomo
CARACTERÍSTICAS DEL PRODUCTO	
Normas y certificaciones	UL/CSA
Garantía	limitada a 5 años

Tabla 10. Datos técnicos de SENSOR OSC15-I0W tomados de (Leviton, 2012)

4. INFORME ENERGÉTICO FINANCIERO

En este capítulo se detalla de manera específica los datos más importantes en este proyecto de iluminación como lo son potencia retirada e instalada, niveles de iluminación mejorados, ahorros energéticos y financieros, etc.

A continuación se observará los cambios obtenidos en la reconversión en la cantidad de luminarias instaladas.

	LUMINARIA TIPO									
	T12		T8		T5					
POTENCIA [W]	75	20	60	32	54		39	32	28	
CANTIDAD ANTES [UND.]	61	1	40	1	0	0	0	0	0	
CANTIDAD AHORA [UND.]	1	0	0	1	38	61	1	1	4	
TUBOS/LUMINARIA [UND.]	2	2	2	2	1	2	1	2	1	
TUBOS ANTES [UND.]	122	2	80	2	0	0	0	0	0	206
TUBOS AHORA [UND.]	2	0	0	2	38	122	1	2	4	171
POTENCIA ANTES [KW]	0,09	0,024	0,072	0,0384	0	0	0	0	0	
POTENCIA AHORA [KW]	0,078	0	0	0,03328	0,05616	0,05616	0,04056	0,033	0,029	
POTENCIA ANTES [KW]	10,98	0,048	5,76	0,0768	0		0	0	0	16,86
POTENCIA AHORA [KW]	0,156	0	0	0,06656	2,13408	6,85152	0,04056	0,0665	0,116	9,431

Tabla 11. Relación entre luminarias nuevas y antiguas.

De la tabla 11 se puede ver un antes y un después de la reconversión de iluminación en una sede de UNE EPM TELCO S.A. ESP.

Cabe señalar de la anterior tabla:

1. La potencia instalada en la central después de bajar las luminarias con tubos T8 y T12 e instalar las luminarias con tubos T5 disminuyó en un 44.06%
2. La cantidad de tubos disminuyó en 35 tubos, es decir, en un 16.9%
3. Para realizar este trabajo se rediseñó completamente el sistema de iluminación de acuerdo con espacio y la finalidad del mismo según lo que dice el RETILAP.
4. Se mejoraron los niveles de iluminación en casi toda la central y en las partes en que no se mejoró se mantuvo el nivel de iluminación anterior.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	01
		Fecha	2013-09-16

El día 26 de octubre de 2013 se realiza la instalación de medidores de energía en los gabinetes de iluminación para seguir el consumo de energía eléctrica en la planta. A este equipo se le realiza un seguimiento mensual con el fin de obtener datos que nos permitan observar en tiempo real como fluctúa el consumo eléctrico.

INSTALACIÓN 26/10/13				
FECHA	REGISTRO DE DATOS			SEGÚN MEDIDOR
DATOS	TIEMPO [DÍAS, HORAS, MINUTOS]			HORAS
03/11/2013 15:00	27	5	0	653
23/11/2013 11:30	47	1	32	482,3333
19/01/2014 14:55	104	4	55	1374,291
01/04/2014 14:15	178	4	8	1780,333
09/04/2014 12:00	186	1	26	194,0833
12/04/2014 11:05	189	1	3	73,125

Tabla 12. Seguimiento al sistema de iluminación en horas.

La tabla 12 muestra:

1. En la primera columna la fecha de cada uno de los seguimientos que se le hizo al sistema de reconversión de iluminación
2. En la segunda columna (registro de datos) se tiene el tiempo acumulado desde que se empezó a monitorear el sistema. El tiempo total en el cual se hizo el monitoreo de la reconversión fue de aproximadamente seis meses.
3. En la tercera columna tenemos el tiempo transcurrido entre la medición actual y la última medición en horas.

ENERGÍA [MWh]	DIFERENCIA [KWh]	HORAS
1,29349	1293,49	653
2,152	858,51	482,3333333
4,755534	2603,534	1374,291667
7,845542	3090,008	1780,333333
8,199451	353,909	194,0833333
8,346769	147,318	73,125
TOTAL	8346,769	4557,166667
POTENCIA CON SENSORES	1,831569835	

Tabla 13. Seguimiento al sistema de iluminación en KWH

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	01
		Fecha	2013-09-16

En la tabla 13 se ilustra:

5. En la primera columna se ve la energía acumulada en MWh. Desde que se empezó a monitorear la instalación.
6. En la segunda columna se muestra la energía transcurrida entre la medida actual y la anterior medida en KWh.
7. En la tercera columna tenemos el tiempo transcurrido entre la medición actual y la última medición en horas (datos obtenidos de la Tabla 12).

En esta sección se muestran los consumos mensuales y el precio que tiene este consumo para UNE. Lo que se busca con esto es poder realizar un comparativo con el costo de inversión de este proyecto y el costo de consumo de la tecnología que en el momento se quiere reemplazar.

MES	PRECIO DEL KWH [\$/KWh]	TOTAL (\$)
Jun-13	326,92	\$ 3.969.677,10
jul-13	319,97	\$ 4.014.795,16
ago-13	327,62	\$ 3.978.176,96
sep.-13	337,18	\$ 4.230.736,11
oct.-13	342,69	\$ 4.299.872,34
nov-13	339,03	\$ 417.283,19
dic.-13	347,36	\$ 473.343,29
ene-14	350,89	\$ 462.729,27
feb.-14	352,19	\$ 479.925,07
mar-14	353,63	\$ 466.342,59
abr.-14	353,85	\$ 482.187,13
may.-14	351,01	\$ 478.404,35
AHORRO PROMEDIO MES		\$ 3.638.726,85

Tabla 14 Ahorro realizado (teórico)

La tabla 14 muestra:

1. Un periodo de un año, contando 6 meses antes de la reconversión y los 6 meses en que se alcanzó a observar el sistema hasta mayo de 2014.
2. La evolución del precio del kilowatio/hora en ese año.
3. Un análisis teórico de cómo disminuyó el pago de energía por concepto de iluminación, teniendo en cuenta para este cálculo la potencia instalada antes de

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	01
		Fecha	2013-09-16

la reconversión y después de la reconversión teniendo en cuenta la potencia promedio obtenida de usar sensórica.

4. Se observa que el pago se redujo en promedio en un 88.63% al usar sensórica.

En la siguiente figura se representa el consumo mes a mes esquematizado en la tabla 14 donde es posible observar el cambio abrupto en los pagos por concepto de consumo energético de iluminación.



Figura 3. Cambio en el pago de energía eléctrica por concepto de iluminación

En la siguiente tabla (tabla 15) se hacen dos comparaciones, sistema con reconversión y sistema sin reconversión, buscando determinar la viabilidad del proyecto con el VPN (Valor Presente Neto) que es el sistema más confiable para determinar si esta inversión cumple con el objetivo de toda empresa: maximizar la inversión.

1. En la columna 1 se observa el valor promedio que debe pagar UNE por el consumo de energía en esta central, se mantiene constante porque este valor corresponde al sistema sin reconversión y por ello se mantiene.
2. En la columna 2 se toma como valor inicial el costo de la inversión que se desea maximizar y seguido a esto el ahorro mensual que es de \$3.222.262,38.
3. En la columna 3 se realiza el método del VPN, por no haber una inversión simplemente se suman los costos mes a mes del consumo de energía promedio.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	01
		Fecha	2013-09-16

4. Y finalmente en la columna 4, el método del VPN para un sistema con reconversión al cual se le irá disminuyendo el costo del ahorro mensual y al final analizar si se presenta un saldo a favor o no para la empresa.

	Sistema sin reconversión	Reconversión	VPN sin reconversión	VPN reconversión
0	-4.116.360,38	-38.579.500,00	-4.116.360,38	-38.579.500,00
1	-4.116.360,38	3.222.262,38	-8.186.682,13	-35.393.276,39
2	-4.116.360,38	3.222.262,38	-12.211.480,15	-32.242.688,49
3	-4.116.360,38	3.222.262,38	-16.191.263,59	-29.127.337,72
4	-4.116.360,38	3.222.262,38	-20.126.535,91	-26.046.830,00
5	-4.116.360,38	3.222.262,38	-24.017.794,93	-23.000.775,62
6	-4.116.360,38	3.222.262,38	-27.865.532,93	-19.988.789,25
7	-4.116.360,38	3.222.262,38	-31.670.236,63	-17.010.489,86
8	-4.116.360,38	3.222.262,38	-35.432.387,37	-14.065.500,68
9	-4.116.360,38	3.222.262,38	-39.152.461,05	-11.153.449,17
10	-4.116.360,38	3.222.262,38	-42.830.928,29	-8.273.966,94
11	-4.116.360,38	3.222.262,38	-46.468.254,42	-5.426.689,72
12	-4.116.360,38	3.222.262,38	-50.064.899,58	-2.611.257,32
13	-4.116.360,38	3.222.262,38	-53.621.318,75	172.686,42
14	-4.116.360,38	3.222.262,38	-57.137.961,84	2.925.493,68
15	-4.116.360,38	3.222.262,38	-60.615.273,72	5.647.512,69
16	-4.116.360,38	3.222.262,38	-64.053.694,27	8.339.087,81
17	-4.116.360,38	3.222.262,38	-67.453.658,47	11.000.559,53
18	-4.116.360,38	3.222.262,38	-70.815.596,42	13.632.264,52
19	-4.116.360,38	3.222.262,38	-74.139.933,43	16.234.535,73
20	-4.116.360,38	3.222.262,38	-77.427.090,04	18.807.702,33
21	-4.116.360,38	3.222.262,38	-80.677.482,07	21.352.089,85
22	-4.116.360,38	3.222.262,38	-83.891.520,73	23.868.020,15
23	-4.116.360,38	3.222.262,38	-87.069.612,58	26.355.811,52
24	-4.116.360,38	3.222.262,38	-90.212.159,69	28.815.778,67

Tabla 15. Análisis financiero reconversión de iluminación

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	01
		Fecha	2013-09-16

RESULTADO ANÁLISIS FINANCIERO

En la siguiente tabla (tabla 16) se presentan los resultados del análisis financiero. Estos son: la TIR mensual (Tasa Interna de Retorno mensual), la TIR anual (Tasa Interna de Retorno anual), el PAY BACK que es el tiempo en que tardará en reembolsarse el valor de la inversión a la empresa y el ROI que es la utilidad obtenida sobre la inversión realizada en el proyecto.

i

PARAMETRO	RESULTADO
TIR MENSUAL	6,5166%
TIR ANUAL	113,31%
PAY BACK	12
ROI	75%

Tabla 16. Resultados reconversión de iluminación

Todos los resultados obtenidos en la tabla número 16 son resultados muy buenos que motivan a cualquier empresa a entrar en proyectos de este tipo ya que mes a mes se están generando muy buenos retornos a la empresa en materia económica:

1. El TIR mensual indica que al mes se retorna el 6% de la inversión inicial.
2. El TIR anual indica que al año se retorna el 113% de la inversión inicial.
3. El PAY BACK nos indica el tiempo en que tarda el proyecto en reintegrarle a la empresa el dinero invertido para tal desarrollo.
4. El ROI es un porcentaje que indica cuanto es la utilidad obtenida en la empresa al final del proyecto.

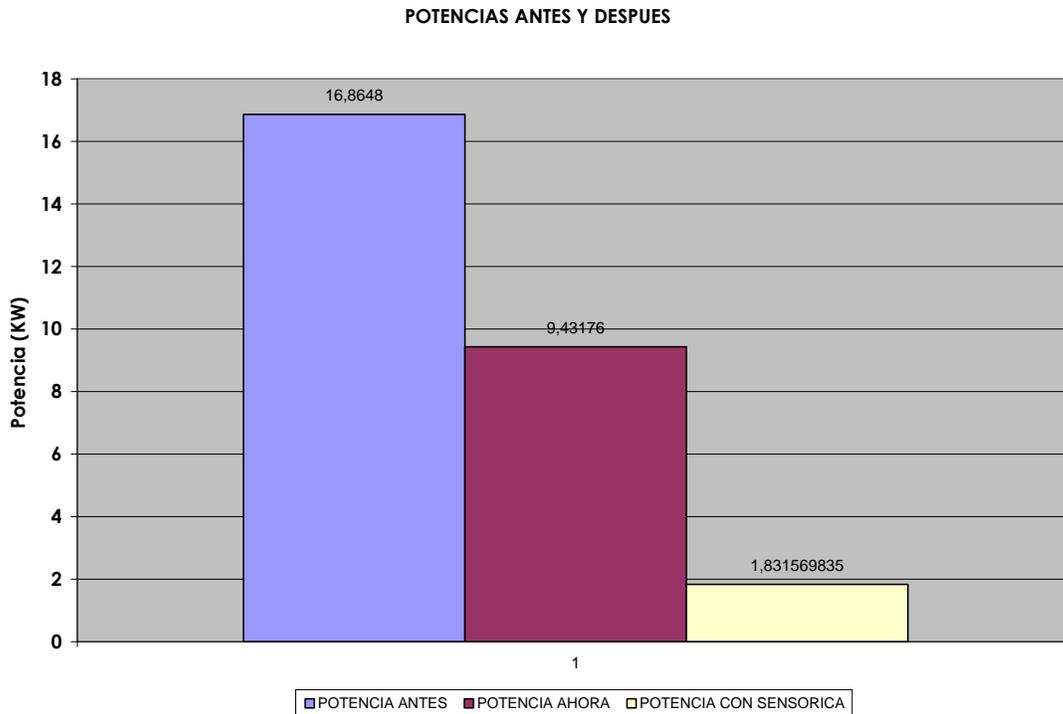


Figura 4. Potencia antes y potencia después en iluminación y la potencia instalada por concepto de sensores.

5. RESULTADOS

A continuación se presentan los resultados del proyecto de iluminación de una manera clara y precisa en donde se indica el cambio en los niveles de iluminación y de potencia. Adicional a esto se describen los equipos instalados para la iluminación y para el control junto con un registro fotográfico que permite visualizar el trabajo realizado.

Cabe mencionar que estos resultados fueron posibles gracias a la utilización del software Dialux ya que nos permitió realizar un adecuado montaje de iluminación, logrando aprovechar al máximo la eficiencia de los tubos fluorescentes y las luminarias cubriendo en su totalidad los espacios de la planta de teléfonos.

A continuación se puede evidenciar el trabajo realizado con el programa Dialux:

DI0412DC REFORMA PLANTAS TELEFONICAS UNE - PALMAS V3 / Resumen

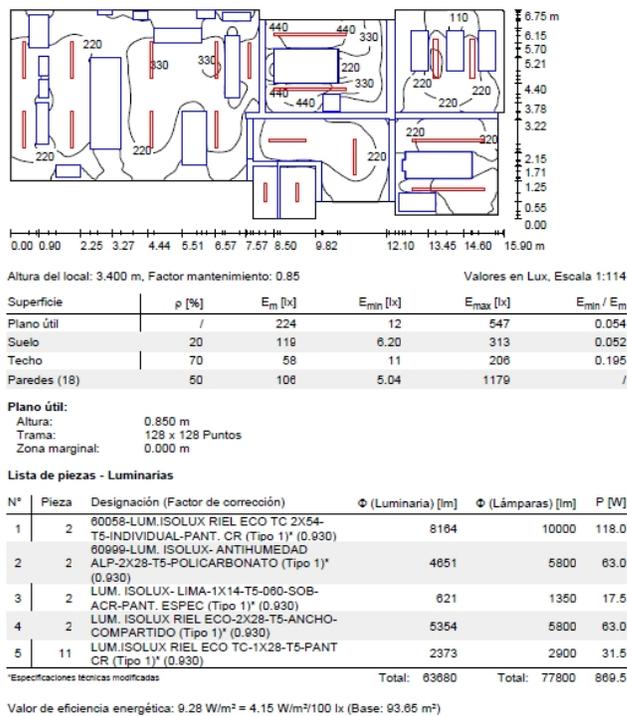


Figura 5. Análisis desarrollado por Dialux

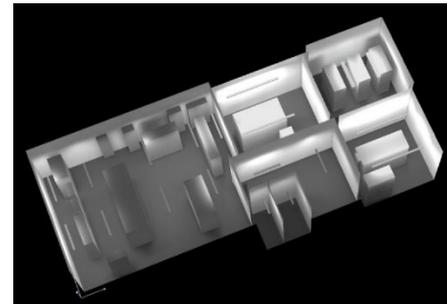


Figura 6. Diseño simulado.

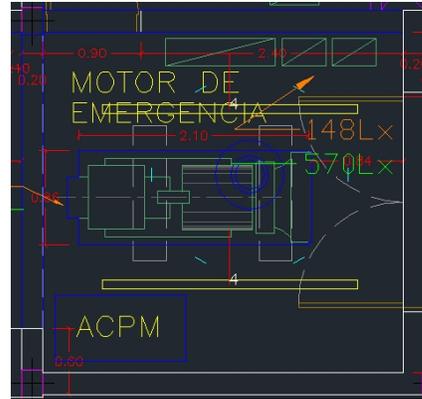
Ambas figuras son proporcionadas por el programa Dialux. La figura 5 muestra un resumen de los niveles de luminosidad y la figura 6 muestra un diseño 3D de la planta.

5.1 ANALISIS DE LA INFORMACIÓN REGISTRO FOTOGRÁFICO

A continuación se realiza un análisis de los datos tomados luego de realizar el montaje de la tecnología T5 en la planta de teléfonos de Palmas. En estos datos se puede observar la mejora en los niveles de iluminación y la mejora en potencia. Adicional a esto se detalla lo que se utilizó para este montaje en cada uno de los cuartos.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	01
		Fecha	2013-09-16

PLANTA DE EMERGENCIA



Promedio de Luminosidad anterior: 138 Lx

Promedio de Luminosidad actual: 740 Lx

Resultado: MEJORÓ

Control:
Se instaló un sensor marca Leviton, referencia ODCOS-I1W.

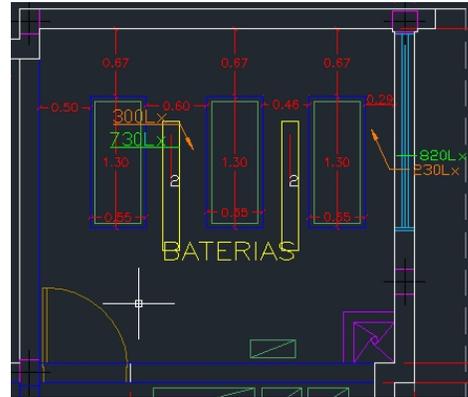


Se instalaron luminarias tipo riel de 2x28W.
Balasto electrónico: marca OSRAM, T5, 2x28W; Tubos: marca OSRAM de 28W, T5, color 6500 K

Tabla 17. Análisis y registro fotográfico de la planta de emergencia.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	01
		Fecha	2013-09-16

BATERIAS



Promedio de Luminosidad anterior: 267 Lx

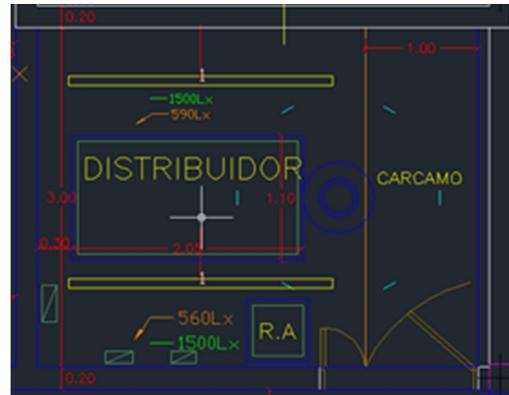
Promedio de Luminosidad actual: 775 Lx

Resultado: MEJORÓ

Se instalaron luminarias hermeticas de 2x28W con pantalla en policarbonato. Balasto electrónico: marca OSRAM, T5, 2x28W; Tubos: marca OSRAM de 28W, T5, color 6500 K

Tabla 18. Análisis y registro fotográfico de baterías.

DISTRIBUIDOR



Promedio de Luminosidad anterior: 575 Lx

**Promedio de Luminosidad actual:
1500 Lx**

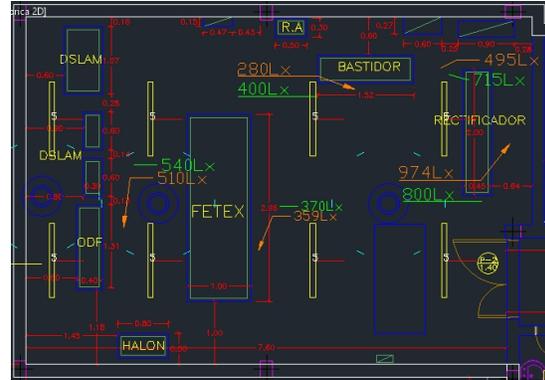
Resultado: MEJORÓ

**Control:
Se instaló un sensor marca Leviton,
referencia**

Se instalaron luminarias tipo riel de 2x54W.
Balasto electrónico: marca OSRAM, T5, 2x28W; Tubos: marca OSRAM de 28W, T5, color 6500 K.

Tabla 19. Análisis y registro fotográfico del distribuidor.

RECTIFICADORES Y AUTOMÁTICOS



Promedio de Luminosidad anterior: 524 Lx

Promedio de Luminosidad actual: 565Lx

Resultado: MEJORÓ

Control:
Se instaló un sensor marca Leviton, referencia ODC05-I1W.

Se instalaron luminarias tipo riel de 1x28W.
 Balasto electrónico: marca OSRAM, T5, 2x28W; Tubos: marca OSRAM de 28W, T5, color 6500 K

Tabla 20. Análisis y registro fotográfico de rectificadores y automáticos.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	01
		Fecha	2013-09-16

6. CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y TRABAJO FUTURO

A continuación presento las conclusiones del proyecto, las cuales responden a la necesidad que se tenía en el momento en que se pretendió realizar el proyecto como item para el plan de mejoramiento del grupo PUREE UNE para el uso racional y eficiente de la energía eléctrica:

- Se logra identificar las principales causas de consumo eléctrico en las plantas. Habiendo identificado estas se realiza un plan de mejora y un proyecto que satisface las necesidades que tiene UNE en las plantas de teléfono en el Uso Racional y Eficiente de la Energía.
- Fue posible realizar un estudio del consumo de energía con los datos que posee Une en las plantas de teléfono. Gracias a esta información fue posible realizar un proyecto adecuado que mejore la problemática presentada.
- Se logra dar una alternativa para el manejo racional de la energía eléctrica a partir de un factor de consumo que poseen las plantas y que posee mucho malgasto, pero con la implementación del proyecto se reduce este malgasto y con ello el consumo en un 28.76%. Esta mejora sirve de proyecto piloto para implementar esta actividad no sólo en las plantas de Antioquia y Manizales, sino también en todas las ciudades donde Une tiene presencia ya que se puede evidenciar reducciones del consumo de hasta el 50% en plantas de teléfonos de mayor tamaño.
- Se recomienda realizar rutinas de visita al concentrador y verificar el estado de los sensores que se encuentran cerca a los ductos de ventilación ya que se pudo evidenciar que los bajos niveles de temperatura afecta el funcionamiento de los sensores y se estropeen. Esto conlleva a que el sensor realice un encendido directo y las luminarias permanezcan encendidas y obligue a un alto consumo de potencia.
- El tiempo de reposición de la tubería fluorescente se extendió al doble, ya que la vida útil de las T5 es mayor. Esto se convierte en un ahorro de mantenimiento.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	01
		Fecha	2013-09-16

7. BIBLIOGRAFÍA

Castilla Cabanes, N., Blanca Giménez, V., Martínez Antón, A., & Pastor Villa, R. M. (2011). Cálculo del nivel de iluminación en un punto. *E.T.S. Arquitectura*, 11.

Leviton. (2012). *Productos Leviton*. Obtenido de www.spanish.leviton.com

LOPEZ REYES, H. P., & PROAÑO CAÑIZARES, Z. A. (2008). *DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS COMERCIALES DE CONTROL DE ILUMINACIÓN*. Quito, Ecuador: ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL.

MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA, C. (2010). REGLAMENTO TÉCNICO DE ILUMINACIÓN Y ALUMBRADO PÚBLICO. *RETILAP*, 77-79.

Sylvania, Osram. (2013). *Catalogo 2103 - Iluminarias...* Mexico. Obtenido de www.sylvania.com

Wildi, T. (2007). *Máquinas Eléctricas y Sistemas de Potencia*. México: Pearson Educación.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	01
		Fecha	2013-09-16

FIRMA ESTUDIANTES _____

_____ _____ FIRMA ASESOR _____ FECHA ENTREGA: _____	
--	--

FIRMA COMITÉ TRABAJO DE GRADO DE LA FACULTAD _____

RECHAZADO__	ACEPTADO__	ACEPTADO CON MODIFICACIONES__
ACTA NO. _____	FECHA ENTREGA: _____	

FIRMA CONSEJO DE FACULTAD _____

ACTA NO. _____ FECHA ENTREGA: _____ _____	
---	--