 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

IDENTIFICACIÓN DE ESTRATEGIAS DE AHORRO ENERGÉTICO PARA CARGAS DE ENCHUFE Y PROCESAMIENTO EN EDIFICACIONES TERCIARIAS

Oscar Daniel Garzón Rivera

Tecnología electromecánica

Director(es) del trabajo de grado

Luis Fernando Grisales Noreña

Jairo Alberto Diaz Acevedo

INSTITUTO TECNOLÓGICO METROPOLITANO

12 de octubre de 2017

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

RESUMEN

El sector de generación de energía está sujeto a una expansión constante debido a las crecientes necesidades energéticas, en la actualidad es de gran influencia en la sociedad, y alcanza a todos los sectores que realizan su trabajo gracias a ella, debido a esto es muy importante y necesario un eficiente consumo de la misma, cuanto más óptima sea la gestión más significativo será el beneficio y calidad de vida. Para conseguirlo se hace necesaria una reducción de la demanda energética así como un mejor aprovechamiento de los recursos energéticos, prestando más atención en el sector las edificaciones terciarias ya que su ineficiencia en la actualidad los hace responsables de una tercera parte de la energía usada en el país (Kim & Srebric, 2017).

La aplicación de medidas de ahorro energético en edificaciones, más en concreto del sector terciario, resulta por tanto clave para contribuir a la reducción del consumo de energía, aportar mejoras al medio ambiente, mejorar la productividad, e incrementar la utilidad y el valor de los edificios.

Las cargas de enchufe y procesamiento (PPLs) forman parte de las edificaciones terciarias, y están en aumento constante. Si se tuviera una buena concepción del consumo energético y estrategias de ahorro para este tipo de cargas, impactando considerablemente los costos asociados a este. Las ya mencionadas cargas son todos los dispositivos que van conectadas a una toma de corriente y debido al avance de la tecnología ya no solo se cuentan los dispositivos que hacen parte de la edificación, sino que es necesario tomar en cuenta los aparatos electrónico portátiles que son llevados por los trabajadores.

Es por lo anterior, que esta investigación tiene como objetivo principal identificar las estrategias de ahorro energético para PPLs, que sean viables y que se puedan aplicar a edificaciones terciarias. Presentando como principal aporte en la identificación y análisis de estrategias tanto de reconversión tecnológica como operativas.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

RECONOCIMIENTOS

Quiero agradecer a mis padres por el apoyo que me han brindado en este proceso educativo, por ayudarme en mi formación como persona y enseñarme que siempre debo dar lo mejor de mí. A mis maestros gracias por compartir su conocimiento y sabiduría que han sido de gran utilidad durante mi desarrollo como estudiante. A los asesores Luis Fernando Grisales y Jairo Alberto Díaz por la oportunidad de realizar este trabajo de investigación y por los aportes hechos, que han contribuido positivamente en mi formación.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

ACRÓNIMOS

IDEA: Instituto para el Desarrollo de Antioquia

HVAC: Sistemas de Aire Acondicionado (de sus siglas en inglés Heating Ventilation Air Conditioning)

Tg CO₂ Eq: Tera gramas de Equivalente de Dióxido de Carbono

BTU: Unidad de energía calorífica

TIC: Tecnologías de la Comunicación

NREL: Laboratorio Nacional de Energía Renovable

URE: Uso Racional y Eficiente de la Energía

DOE: Departamento de Energía Estadounidense

PPLs: Cargas de Enchufe y Procesamiento (de sus siglas en inglés Plug and process loads)

EE: Eficiencia Energética

UPME: Unidad de Planeación Minero Energético

PLEMS: Solución de Administración de Cargas Enchufadas en Empresas (de sus siglas en inglés Plug-in power management solution for businesses)

VRF: Flujo del Refrigerante Variable

APS: Bandas de Potencia Avanzadas

EPA: Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos

PM: Administración de Energía

BMS: Sistema de Gestión en Edificios

DLC: Control Directo de la Carga

RETIE: Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas

DRS: Servidor de Respuesta a la Demanda

AP: Autómata Programable

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN.....	6
2. MARCO TEÓRICO.....	8
3. METODOLOGÍA.....	16
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	17
5. CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y TRABAJO FUTURO	36
6. REFERENCIAS.....	38

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

1. INTRODUCCIÓN

El uso eficiente de la energía en edificaciones terciarias, ha sido un tema muy discutido en los últimos años, esto es debido a los constantes incrementos en la demanda y costo de los recursos, así como al creciente interés hacia el cuidado del medio ambiente. De esta forma, el planteamiento de medidas direccionadas a mejorar la eficiencia energética en este tipo de edificaciones debe considerar los aspectos técnicos y económicos involucrados en las condiciones operativas de las mismas. En cuanto el consumo eléctrico, las cargas de mayor relevancia son los sistemas de iluminación, sistemas de aire acondicionado (HVAC) y PPLs, las cuales tienen una participación considerable en el dispendio global (Kwong et al., 2014). Así pues, este documento se centra en PPLs, y busca identificar estrategias de ahorro que permitan reducir el consumo asociado a este tipo de carga, para lo cual se plantearon los siguientes objetivos:

Objetivo general:

Identificación de estrategias de ahorro energético para cargas de enchufe y procesamiento en edificaciones terciarias.

Objetivos específicos:

- Identificar los componentes de las PPLs y como son usados en edificaciones terciarias.
- Determinar las variables y parámetros necesarios para conocer el estado operativo de las PPLs.
- Identificar la normatividad para las PPLs.
- Analizar diferentes estrategias de ahorro encontradas en la literatura y aplicadas a las PPLs.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Las siguientes secciones de este documento describen el trabajo realizado, el marco teórico presenta una recopilación de datos sobre PPLs, la metodología es una descripción del proceso para obtención de la información que aquí figura, seguido de la presentación de los resultados y discusión, donde se exponen las estrategias seleccionadas, y finalmente las conclusiones y trabajos futuros.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Edificaciones terciarias:

Las edificaciones de tipo terciario tienen como finalidad la prestación de servicios públicos a empresas y organismos tales como: Administración, información, gestión, actividades de intermediación financiera, entre otros; y dentro de ella se presentan las cargas eléctricas compuestas por la calefacción, refrigeración, agua caliente, ventilación, iluminación, y PPLs. Las edificaciones terciarias se presentan como un gran consumidor de energía, según el instituto para el desarrollo de Antioquia (IDEA) representa un 20% del consumo nacional, y se estima un crecimiento del 5% anual (González, Pérez, Vásquez, & Araujo, 2014). El hecho de que las edificaciones terciarias sean muy importantes en cuanto al consumo de energía, las convierten en potenciales candidatas para aplicar estrategias de uso racional de la energía (URE), permitiendo afectar múltiples aspectos económicos, políticos y sociales, como la escasez de recursos naturales, el incremento desmesurado en la demanda energética, el encarecimiento de los recursos fósiles y el deber con la conservación del medio ambiente.(República, 2014)

2.2 Tipos de edificaciones terciarias:

A continuación se describen los tipos de edificaciones terciarias (Normativa de usos, 2002):

Educativo: edificación aprovechada para la instrucción educativa o técnica en aulas de clase, los edificios que no se usan para impartir clase pero que hacen parte del campus académico, deben incluirse en esta categoría (edificios administrativos, alojamientos entre otros).

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Venta o servicio de alimentos: edificaciones utilizadas para la preparación de alimentos, que pueden ser para la venta al por mayor o al por menos, o comidas y bebidas para su consumo.

Salud: en esta categoría se incluyen todos los edificios usados para el diagnóstico y tratamiento de pacientes, incluidas las ambulatorias, y toda oficina que cuente con dispositivos que se empleen para diagnosticar, estos en especial presentan una gran demanda energética debido al equipamiento médico, disponibilidad de suministros, requisitos especiales de climatización y calidad de aire, además de sus extendidas jornadas de trabajo.

Alojamiento: edificios ofrecen hospedaje y alimentación, ya sea a largo o a corto plazo, algunas veces ofrecen servicios anexos como piscina, guardería para niños, centros de convención, centros de negocios, lavanderías, restaurantes y algunos servicio a la habitación, dependiendo del estatus o categoría del alojamiento, así mismo es la demanda de energía.

Mercantil: edificios utilizados para la venta y exhibición de una variedad de productos, compuestos por múltiples establecimientos conectados, pueden ser pequeños como minoristas o cerrados y de cadena como centros comerciales.

Oficinas: edificios utilizados para espacios de oficina, generalmente profesionales o administrativos, también están los que prestan servicios de información o asesoría, que se encuentran ubicados en cubículos muy pequeños pero se incluyen en esta categoría.

Públicos: edificios en los que se llevan a cabo reuniones sociales o recreativas, las personas se reúnen en salas pueden ser privadas o no, y ejecutan este tipo de actividades

Orden público y seguridad: edificios utilizados para ejercer, preservar la ley y mantener el orden y la seguridad pública.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Cultos religiosos: edificios utilizados para cultos religiosos. Pueden ser:

Almacenes y depósitos: edificios empleados para el almacenamiento de productos manufacturados, materias primas, o bienes.

2.3 Cargas eléctricas en edificaciones terciarias

Desde la Revolución Industrial, el consumo de energía en el mundo no ha dejado de crecer. Hoy en día, el uso de la energía forma parte del estilo de vida de las personas, y cuanto más desarrollada está una sociedad, más energía consume. Si bien el sector industrial y de transporte demanda grandes cantidades de energía, y se puede considerar como el mayor consumidor energético a nivel mundial, las edificaciones terciarias se llevan alrededor del 40% de la energía total del país (Sharma et al., 2015), esto debido al tipo de cargas que podemos encontrar en estas edificaciones, entre ellas, las más importantes, determinadas por la cantidad de energía que es designada para su funcionamiento, encontramos la iluminación, sistemas HVAC y PPLs (Kamilaris, Kalluri, Kondepudi, & Kwok Wai, 2014). A continuación se ampliará cada una de ellas.

Sistemas de iluminación: es el conjunto de luminarias destinadas a proporcionar un nivel de iluminación para la realización de actividades específicas, consta de un equipo de iluminación que distribuye, filtra o controla la luz emitida por una luminaria o conjunto de luminarias, y el cual incluye todo los accesorios necesarios para fijar, proteger y operar esas lámparas y los necesarios para conectarse al circuito de utilización eléctrica (Bejarano, Alfaya, Ortega, & Vargas, 2017). Durante los primeros años la cantidad de iluminación fue considerada como el factor principal de diseño, y se elaboraron códigos y recomendaciones con los que se especificaban los niveles de altura que proporcionaban una visión eficiente de actividades que así lo requieran, además, se podrá estimar la cantidad de luminarias necesarias en un espacio cerrado, evitando el exceso de iluminación y gasto de energía.

Los sistemas de iluminación están divididos por cuatro elementos que son:

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

- Lámparas: se encargan de transformar la energía eléctrica en luminosa. Dependiendo de las necesidades que se utilizan en los diferentes tipos de edificaciones se utilizan lámparas incandescentes, halógenas, fluorescentes, de descarga de alta intensidad y de estado sólido.
- Luminarias: son los gabinetes que contienen a las lámparas y en algunos casos también balastos y sirven para controlar y dirigir el flujo luminoso de varias lámparas.
- Balastos: dispositivos electromagnéticos, eléctricos o híbridos, los cuales limitan la corriente de las lámparas y cuando es necesario la tensión y corriente de encendido.
- Dispositivos de control: Los sistemas de control son dispositivos que se utilizan para controlar la luminosidad de la lámpara y el encendido y apagado de la instalación. Esta necesidad de control surge de la posibilidad de adaptación de las lámparas a diferentes ambientes o momentos del día y el ahorro de energía que se ofrece.

Sistemas HVAC: un sistema HVAC se define como el conjunto de elementos que permite la manipulación de la temperatura de un espacio condicionado con el fin de garantizar y maximizar el confort térmico, esto se logra por medio de la regulación de la humedad y calidad del aire agregando o removiendo calor según sea necesario (W. Turner & Steve, 2007). En el área de HVAC no solo hacen parte los sistemas que acondicionan el aire, también podemos encontrar los equipos destinados al calentamiento y enfriamiento del agua para su posterior distribución en el edificio. En los últimos años, la demanda de ahorro de energía atrajo mucha atención debido al agotamiento de los recursos energéticos y el impacto ambiental al aumentar el consumo de energía. En Particular, calefacción, ventilación y aire acondicionado (HVAC) que se emplean para condicionar la temperatura y/o humedad deseadas en ciertos espacios, basadas en la comodidad o los requisitos ambientales controlados. En los sistemas HVAC, las fallas pueden o el uso inadecuado puede causar un alto consumo de energía (Tullis, 1997)(Huynh, Lib, Soh, & Cajc, 2016), existen diferentes clasificaciones que, dependiendo de la función del fluido, esta se

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

encargara de compensar la carga térmica en el recinto climatizado, podemos diferenciarlos como:

- Sistemas de todo aire
- Sistemas de todo agua
- Sistemas de aire-agua
- Sistema todo refrigerante

Cargas de enchufe y procesamiento (PPLs): las PPLs son todos los dispositivos que se conectan al sistema eléctrico de un edificio. Los dispositivos electrónicos están evolucionando rápidamente, se han ido los días en que un equipo era simplemente "encendido" o "apagado". Hoy en día un equipo electrónico funciona en una variedad de niveles de potencia, o modos. Muchos dispositivos más nuevos han sido diseñados para permitir un uso reducido de electricidad de modo que los dispositivos de conmutación de mayor potencia pasen a potencia más bajas ahorrando energía. Pero la mejor manera de ahorrar energía es asegurarse de que los dispositivos estén apagados o desconectados. Desconectado cuando no esté en uso durante períodos prolongados o al final del día (New Buildings Institute, 2012).

En cualquier edificio hay multitud de dispositivos PPLs y sistemas que funcionan gracias a la energía eléctrica. La cantidad de energía consumida por estos aparatos está determinada por dos magnitudes:

- La potencia eléctrica del aparato. Los hornos, radiadores, planchas y aparatos de aire acondicionado tienen una potencia elevada. Los aparatos electrónicos tienen una potencia reducida.
- El tiempo que permanece funcionando, doble tiempo implica doble consumo.

Los dispositivos PPLs que más energía consumen son aquellos que disipan mucho calor. Algunos, como los radiadores o los tostadores tienen precisamente esa finalidad. Pero, en otros casos, como en las bombillas de incandescencia, las pérdidas de calor no

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

electrónicos (ordenadores, televisores, etc.) no consumen demasiada energía eléctrica debido a su reducida potencia eléctrica (Weightman, Field, Manager, & Source, 2012).

Este trabajo centrara su investigación en las PPLs, que debido a su crecimiento en los últimos años, es responsable de consumir una buena parte de la energía eléctrica total en una edificación terciaria. El hecho de que es muy poco lo que se sabe de estas cargas, hace esta investigación muy importante para mitigar dicho consumo, y contribuir al ahorro energético.

2.4 Estrategias de ahorro energético

Las estrategias de ahorro energético, como concepto agrupa acciones que se toman tanto en el lado de la oferta como de la demanda, sin sacrificar el bienestar ni la producción, permitiendo mejorar la seguridad del suministro. Logrando además, ahorros tanto en el consumo de energía como en la economía de la población en general. Simultáneamente se lograrán reducciones en las emisiones de gases de efecto invernadero y mejoras en las finanzas de las empresas energéticas (Weightman et al., 2012).

Para las edificaciones terciarias, las PPLs presentan un alto consumo de energía, por ejemplo, en San José, California, las PPLs representan aproximadamente el 40% del consumo total de energía de la edificación. Del mismo modo, para el servicio de apoyo a la investigación de NREL (National Renewable Energy Laboratory) en Golden, Colorado, las cargas de enchufe son responsables del 55% del consumo total de energía del edificio (Lobato, Pless, Sheppy, & Torcellini, 2011).

Mientras que el uso de electricidad debido a computadoras personales (por ejemplo, ordenadores portátiles, computadoras de escritorio, monitores) está disminuyendo debido a mejoras en la eficiencia energética, se espera que con la expansión del uso de equipos electrónicos no regulados, aumente al 21.4% en la intensidad energética entre el 2020 y

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

2040. Con la intensión de enfrentar este nuevo desafío, han surgido innovadoras propuestas para aumentar la eficiencia energética en PPLs, por ejemplo Architecture 2030, una organización sin fines de lucro, lanzó un desafío en 2008 alentando a las empresas de la industria a comprometerse a diseñar todos los edificios netos de energía cero en 2030 (Irulegi, Ruiz-Pardo, Serra, Salmerón, & Vega, 2017). Entender los patrones de demanda de las cargas por día de uso, semanales y mensuales será vital para lograr nuevas reducciones en el consumo de energía (Gandhi & Brager, 2016).

A pesar de que los consumos mundiales de energía en edificios comerciales oscila entre el 20- 45 % de la energía total se deben tener en cuenta las condiciones climáticas de cada lugar evaluado, dado que dependiendo de las misma se centra el consumo de energía en una variable u otra, así por ejemplo en Alaska, será importante los sistema de calentamiento, contrario a lo que podría ocurrir en Arizona que implementa sistemas de enfriamiento(Huynh et al., 2016; Santiago & Vazquez, 2016).

Las PPLs representan el 33% del consumo de electricidad comercial de los Estados Unidos (Sheppy, Lobato, Pless, Gentile Polese, & Torcellini, 2012). Minimizar estas cargas es un reto importante en el diseño y operación de edificaciones energéticamente eficientes. Estas cargas se definen también como cargas de energía que no están relacionadas con la iluminación general, la calefacción, la ventilación, el enfriamiento y el calentamiento del agua, y que comúnmente no proporcionan confort. Según el Departamento de Energía estadounidense (DOE), para el año 2030, se espera que el consumo de energía en edificios comerciales aumente un 24%; Se prevé que el consumo de energía de las PPLs aumente en un 49% en el mismo período de tiempo (Sheppy et al., 2012).

El hecho de que el consumo de energía en edificaciones terciarias, se vea reflejado en el aumento de emisión de CO₂, es una situación realmente preocupante, en Estados Unidos por ejemplo, en 2012 se registró un consumo de 897.9 Tg CO₂ Eq provenientes del sector comercial. Como se puede apreciar el consumo es colosal, alrededor de 2.3 trillones de BTU,

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

y se espera que continúe en aumento, debido al constante crecimiento y expansión del sector comercial. Como consecuencia, se crea la necesidad de formular alternativas de ahorro de energía y otras opciones de producción de la misma (Kwong, Goh, Adam, & Raghavan, 2014). La política energética de los Estados Unidos referente al consumo energético por edificios terciarios, permitió una reducción en el consumo del 18% en el 2016. Esta política incluye legislación, tratados internacionales, subsidios e incentivos a la inversión, asesoramiento para el ahorro de energía, impuestos y otras técnicas que han funcionado muy bien.

Por otra parte en Colombia se le ha dado seguimiento e impulso a los proyectos de eficiencia energética (EE) en la Industria. 52 proyectos identificados, con una inversión potencial cercana a los 80.000 millones de pesos y un impacto ambiental de alrededor de 141.000 toneladas de CO₂e/año. Los proyectos están principalmente orientados a mejoramiento de procesos de combustión y fuerza motriz. Se culminó el estudio a través del cual se evaluó el costo y la efectividad de las medidas de EE en los sectores residencial, industrial y terciario, insumo para los planes de política en EE (Systemes, 2015). De la misma manera, se está desarrollando la estrategia de comunicaciones en EE dirigida a los diferentes sectores de consumo prioritario: transporte, industria, residencial y terciario, que busca sensibilizar y capacitar a los agentes en las buenas prácticas que conducen a la EE.

Por todas las razones anteriores, este documento tendrá como resultado identificar las diferentes estrategias de ahorro aplicado a las PPLs, con el fin de aplicarlas en edificaciones terciarias donde el consumo energético es considerable, y la aplicación de estas estrategias traerá grandes beneficios, tanto energéticos como económicos. Este proyecto de investigación inicia con identificación de las PPLs, los elementos que la contienen y como identificarlas, después se reconocerán las variables y parámetros para conocer su estado operativo, continúa con las estrategias de ahorro y finalmente las aplicaciones.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

3. METODOLOGÍA

La identificación de las estrategias de ahorro y eficiencia energética para PPLs en edificaciones terciarias se basó en dos etapas. En la primera se efectuó una revisión en la literatura, con el fin de establecer los diferentes tipos de PPLs, las normativas existentes, así como las características e impacto de su consumo energético. También se seleccionaron diferentes casos de estudio en los que se aplicaron diferentes estrategias focalizadas en la reducción del consumo eléctrico para las PPLs. Así mismo, se identificaron las variables y parámetros de influencia en el consumo energético, los cuales fueron utilizados posteriormente en el análisis de los casos de estudio seleccionados previamente.

La segunda etapa de la investigación estuvo relacionada con la identificación y análisis de las estrategias de ahorro involucradas en los casos de estudio seleccionados previamente. En dicho análisis se concertó el comportamiento en las diferentes variables y parámetros, considerando también los porcentajes de ahorro logrados, tanto desde el punto de vista energético como económico.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Hoy en día, las empresas están siendo cada vez más presionadas para reducir su consumo de energía como resultado de la acumulación en el costo de energía, la escases de recursos naturales, el alto costo de los recursos fósiles y también las crecientes preocupaciones sobre el impacto del consumo de energía en el cambio climático global. Siendo las edificaciones terciarias consumidoras de gran parte de la energía nacional, desarrollar estrategias de ahorro energético para estas sería un considerable aporte al propósito deseado.

4.1 PPLs en edificaciones terciarias.

Una carga de enchufe es la energía consumida por cualquier aparato eléctrico conectado a una toma de corriente alterna (Ghosh, Patil, & Vuppala, 2013). De acuerdo con US Energy Outlook 2008 (Savings, Emissions, & Enabled, n.d.), el aumento de la penetración de computadoras, aparatos electrónicos y equipos de oficina es uno de los factores significativos que influyeron en el crecimiento de las emisiones de carbono. Un estudio de las cargas del enchufe llevadas a cabo por los laboratorios nacionales de Lawrence Berkley (LBNL) (Kumar & S, 2013) estimó que las PPLs pueden consumir entre el 10% al 50% del uso total de la energía de una edificación. Por lo tanto, las PPLs representan una oportunidad significativa para que los usuarios reduzcan el consumo de energía. Como beneficios secundarios, al mejorar la eficiencia energética a través de estrategias de ahorro aplicadas a las PPLs como ordenadores y otros equipos que generan calor, se logra la reducción de la necesidad de enfriamiento HVAC, lo que resulta en ahorro de costos.

El consumo de energía por parte de las PPLs depende de sus características de consumo, de administración de energía incorporada e interacción del usuario. Por lo tanto, es

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

importante categorizar estos dispositivos de acuerdo con su uso y patrones de consumo. La categorización se hizo así:

Cargas de uso general: clasificadas como cargas de oficina, de tipo electrónico, las cuales son consideradas las principales consumidoras de energía entre las PPLs por su constante crecimiento, esto se relaciona con el hecho de que los ordenadores personales y otros dispositivos de la oficina penetran en los edificios, creando una gran base instalada de equipos informáticos. En 2001, el consumo anual de energía de los equipos de oficina representó el 2% del consumo total de electricidad en los Estados Unidos (Kamilaris et al., 2014). Las PPLs de uso general constituyen la gran mayoría de los equipos de oficina, una parte importante de ellos se refiere a cargas de enchufes relacionadas con las tecnologías de comunicación (TIC), tales como computadoras de escritorio, monitores e impresoras.

Cargas especiales: son todas aquellas cargas que desempeñan una función en específico, o que requieren de un tipo de toma corriente con unas características exclusivas (“Riesgos eléctricos y mecánicos,” n.d.). Al poseer rasgos de consumo diferentes, estas cargas representan una demanda de corriente especial, cada carga requiere una protección independiente.

Cargas programables y no programables: en el ámbito de las PPLs en edificaciones terciarias, existen cargas que pueden ser manipulables respecto al tiempo de operación, es decir, programar en que tiempo se enciende y cuánto tiempo estará en operación, otras en cambio están conectadas indeterminadamente y su funcionamiento continuo es esencial para seguir con los trabajos que se estén llevando a cabo.

Cargas fantasmas: las cargas fantasma, también conocidas como cargas vampiro, energía en espera o pérdidas de electricidad, consumen innecesariamente electricidad cuando los dispositivos electrónicos no están en uso, lo que cuesta dinero a las edificaciones y envía toneladas de CO2 a la atmósfera (Davis, 2011).

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

4.2 Identificación de variables y parámetros para conocer el estado operativo de las cargas PPLs.

El análisis del consumo de las PPLs se puede conocer estudiando sus variables eléctricas, al ser cargas que van directamente conectadas al toma de corriente alterna, midiendo corriente y voltaje se podrá determinar la potencia del equipo, su estado operativo y por lo tanto su consumo energético. Así que, midiendo la corriente con el amperímetro y voltaje con un voltímetro se puede por ecuaciones matemáticas definir la potencia, en el caso de la corriente, seguro habrán casos donde no sea tan fácil medir la corriente con el multímetro por el proceso que se debe realizar con este, en cuyo caso puede hacer uso de una pinza amperimétrica (Kaneda & Jacobson, 2010). En la actualidad existen diversos aparatos electrónicos que facilitan ese proceso, además proporcionar la medición de la corriente y voltaje, algunos medidores muestran la potencia activa y reactiva, factor de potencia y análisis de armónicos, permitiendo niveles de precisión más elevados. Un ejemplo para lo mencionado anteriormente puede ser el medidor PCE-UT232.

Conociendo estos factores, ya sea con la ayuda de un multímetro o usando la tecnología de un medidor, se puede conocer el estado operativo de cualquier carga de enchufe, ya sea de tipo general o especial.

4.3 Normatividad

La normatividad para cargas de enchufe está regida la NTC 2050, que establece las características de diseño para los tomacorriente, y por el reglamento técnico de instalaciones eléctricas (RETIE), que establece las medidas de precaución necesarias para garantizar la seguridad de las personas, de la vida animal como vegetal y la preservación del medio ambiente, siempre que este expuesto de manera alguna a un riesgo de tipo eléctrico. El RETIE contiene una sección dedicada a las PPLs, la cual se describe brevemente a continuación.

Clavijas y tomacorrientes: para efectos del presente reglamento, las clavijas y tomacorrientes deben cumplir los siguientes requisitos adaptados de las normas IEC 60695-

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

2-11, IEC-60884-1, IEC 60309–1/2, UL 498, UL 943 o NTC 1650 (Ministerio de Minas y Energía, 2013), que dicta los requisitos del producto, en cuanto pruebas de calidad y confiabilidad, también establece los requisitos de instalación, que básicamente indica el grado de protección IP con el que debe cumplir cada tomacorriente, dependiendo del lugar donde va a ser instalado.

4.3 Estrategias y aplicaciones

Las estrategias que aquí se presentan son resultado de una exhaustiva investigación en la literatura, se escogieron solo bases de datos confiables para el estudio. Las estrategias seleccionadas fueron aplicadas en un espacio real, por lo que se cuenta con porcentajes de ahorro resultado de su ejecución. A continuación se presentaran las estrategias que fueron escogidas, esto se hará por medio de tablas que facilitaran su análisis. . A continuación, se presentan todas las estrategias analizadas; para una mejor comprensión de la información, se presentan las estrategias en una tabla de contenido, la cual ira organizada de la siguiente manera:

- Título del estudio: Nombre del artículo.
- Resumen del estudio: explica en qué consiste la estrategia y qué se quiere lograr.
- Herramientas empleadas: recursos físicos, instrumentación, ecuaciones y software utilizados para llevar a cabo el estudio.
- Técnicas – estrategias de ahorro para la carga eléctrica: en este segmento es explicada la metodología empleada y la forma en la cual se reduce los niveles de consumo eléctrico.
- Clasificación de la estrategia aplicada: se explica por qué la estrategia aplicada es operativa o reconversión tecnológica.
- Variables, parámetros y escenario de prueba: se enuncian las variables involucradas y parámetros establecidos, además, se da una breve descripción del tipo de espacio de prueba usado para el estudio y/o aplicación de la estrategia.
- Descripción de los resultados obtenidos: en esta sección se enuncia el impacto cuantitativo que se obtiene al aplicar o simular la estrategia trabajada y se muestran datos justificados acerca de los beneficios de la aplicación.
- Impactos de las configuraciones utilizadas sobre el consumo energético: aquí se describe el ahorro energético que se puede llegar a obtener con la aplicación de la estrategia.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Tabla 1. Estrategia 1.

<p>Título del estudio: simulación enfocada en estimar el potencial de ahorro energético según el comportamiento de los ocupantes (Sun & Hong, 2017)</p>					
<p>Resumen del estudio (en cortas palabras): este estudio se basa en una simulación enfocada en analizar cómo influye el comportamiento de los ocupantes en el consumo energético, se definen cinco medidas típicas de los ocupantes en los edificios de oficinas. El rendimiento energético de las cinco medidas de comportamiento se evaluó mediante la simulación de Energy Plus para un edificio de oficinas real a través de cuatro climas típicos de Estados Unidos.</p>					
<p>Descripción de la metodología</p>					
Herramientas empleadas	Técnicas- estrategias de ahorro para la carga eléctrica	Clasificación de la estrategia aplicada			Variables, parámetros y escenario de prueba
		Reconversión Tecnológica	Estrategia operativa	X	
- Software Energy Plus	<p>Las cinco medidas son las siguientes:</p> <p>Medida 1 (control de iluminación): cuando el número de ocupantes es mayor que 1.</p> <p>Medida 2 (criterios de confort térmico): esta estrategia se rige por la ASHRAE estándar 55, y se adecua el medio dependiendo del voto promedio previsto de la conformidad térmica de los ocupantes.</p> <p>Medida 3 (control HVAC): para implementar la medida de control HVAC basada en los ocupantes, se utilizó el enfoque de "función de usuario o código personalizado", donde la función EMS de Energy Plus fue adoptada para interpretar la condición lógica, generar números aleatorios y manipular el HVAC horarios por paso de tiempo.</p> <p>Medida 4 (control de la ventana): si la ventilación natural puede satisfacer cargas de refrigeración para una zona térmica, su ventilación en modo mixto concurrente será cerrada; de lo contrario, el aire acondicionado del flujo del refrigerante variable (VRF) estará disponible para</p>	Usando el software Energy plus, se simulo un espacio de oficina donde dependiendo de la ocupación que le estén dando a los dispositivos eléctricos ahí presentes, y con las ecuaciones de probabilidad, determinaban el tiempo en que los dispositivos podían estar encendido o apagado, y así mismo administrar las cargas.	- Variables: Factor de ocupación. Tiempos de operación de los equipos -Parámetros: Potencia instalada en los equipos -Escenario de prueba: Se investigó un edificio de oficinas real, incluida la geometría, zonificación, programa de ocupación, programa de iluminación, PPLs, densidad de potencia y horario.		

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

	<p>proporcionar un enfriamiento adicional con el fin de comodidad térmica.</p> <p>Medida 5 (Control de PPLs): cuando la zona está ocupada, el equipo eléctrico es 100% encendido; cuando la zona está desocupada, el equipo eléctrico se reducirá en un 30%, en otras palabras, cuando no hay ocupantes en la zona, las PPLs deben estar apagadas o suspendidas, para así reducir su consumo. Esta acción la debe realizar cada ocupante que esté usando un equipo, por lo que la estrategia involucra el comportamiento y actitud de ahorro del ocupante.</p>		
Resultados y conclusiones			
<i>Descripción de los resultados obtenidos</i>		<i>Impactos de las configuraciones utilizadas sobre el consumo energético</i>	
<p>Los principales ahorros de energía capturados por las medidas del comportamiento de los ocupantes y derivan de el buen uso de los equipos.</p>		<p>Sobre la base de los resultados de la simulación, según las medidas, del comportamiento de los ocupantes pueden lograr ahorros de energía del 22,9% para las medidas individuales y hasta el 41,0% para las medidas unificadas.</p> <p>El porcentaje de ahorros de electricidad en PPLs es consistente en 21,2%</p> <p>En el caso de las PPLs, los ocupantes tienen la opción de controlar su equipo eléctrico personal, tal como ordenadores portátiles, pantallas de escritorio, cargadores, y ventiladores personales, basado en su presencia, lo que supone que las PPLs controladas por los ocupantes puede reducirse hasta en un 26% del consumo total de energía durante las horas de baja ocupación de los espacios.</p>	

Tabla 2: estrategia 2.

<p>Título del estudio: cargas de enchufe, y papel de la conducta de los ocupantes en las tendencias de consumo de energía en edificios comerciales (Gandhi & Brager, 2016).</p>
<p>Resumen del estudio (en cortas palabras): este estudio evalúa los patrones de energía de 137 cargas de enchufe individuales pertenecientes a un edificio de oficinas de California, realizando mediciones durante dos años; demostrando los efectos en el consumo energético, al modificar el</p>

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

modo de uso de las cargas mediante la aplicación de un juego interactivo entre los usuarios, que promueve el buen uso de la energía en los usuarios.

Descripción de la metodología					
<i>Herramientas empleadas</i>	<i>Técnicas- estrategias de ahorro para la carga eléctrica</i>	<i>Clasificación de la estrategia aplicada</i>			<i>Variables, parámetros y escenario de prueba</i>
		Reconversión Tecnológica	Estrategia Operativa	X	
- Software de gestión de carga powerports de Enmetric. - Juego cool choices	La estrategia se desarrolló en dos pasos: 1) Se usaron powerports de Enmetric, con los cuales se conoció el estado energético de la carga. Los powerports son medidores de carga de cuatro canales que proporcionan datos en tiempo real de la carga del enchufe a través de una interfaz en línea. 2) Se implementó el juego cool choices, las acciones de juego disponibles fueron personalizadas para enfocarse en acciones relacionadas con la energía para PPLs, especialmente la energía en el trabajo, mediante incentivos motivaban a los trabajadores a seguir jugando, mientras estos aprendían sobre métodos de ahorro en el consumo energético.	Se educaba a los trabajadores sobre ahorro energético, para posteriormente todos colaborar en la reducción del consumo.			-Variables modificadas: Consumo energético - Parámetros: Potencia media, mínimo Potencia, potencia máxima, energía utilizada, frecuencia media, Tensión media, corriente media y factor de potencia promedio. -cas de prueba: Edificios comerciales, 100 espacios de trabajo típicos, una oficina privada, o cubículo individual o compartido, entre otros.
Resultados y conclusiones					
<i>Descripción de los resultados obtenidos</i>		<i>Impactos de las configuraciones utilizadas sobre el consumo energético</i>			

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

<p>Los datos muestran que, en los días de trabajo, los ordenadores de escritorio, tienden a permanecer mayor tiempo encendido que las computadoras portátiles (20% en comparación con el 10%), esta diferencia podría ser debido a los ocupantes que llevan los ordenadores portátiles a casa y una porción de cargas fantasma de una noche a la mañana (es decir, dispositivos apagados).</p> <p>Tras la aplicación de la estrategia, los resultados mostraron que el consumo de energía de la noche a la mañana y día, cae considerablemente. Los jugadores de cool choices, han participado activamente, generando un alto nivel de comportamiento de conservación energético.</p>	<p>Con la aplicación de la estrategia de cool choices, se observó una reducción en el consumo energético, y los empleados no solo jugaban con el fin de obtener los incentivos, sino, también para aprender y aplicar medidas de ahorro en la oficina, tanto como en sus hogares. Lo que estima producirá un drástico cambio en el consumo a futuro.</p>
---	--

Tabla 3: estrategia 3.

<p>Título del estudio: un estudio sobre oportunidades de mejora de eficiencia de energía para las cargas del enchufe en edificios en la región ecuatorial (Kwong et al., 2014).</p>					
<p>Resumen del estudio (en cortas palabras): el objetivo de este estudio es identificar la oportunidad de mejora en la eficiencia energética para cargas de enchufe en un edificio de oficinas en Malasia, este trabajo se centró en el comportamiento de los ocupantes y la administración de la energía, la estrategia se basa en el ahorro que se puede generar, si se apaga o desconecta el equipo cuando no está en uso.</p>					
Descripción de la metodología					
<i>Herramientas empleadas</i>	<i>Técnicas- estrategias de ahorro para la carga eléctrica</i>	<i>Clasificación de la estrategia aplicada</i>			<i>Configuración de las técnicas-estrategias</i>
		Reconversión Tecnológica	Estrategia Operativa	X	
- Encuesta	<p>La estrategia fue desarrollada durante una campaña de ahorro energético llamada “apaga cuando no está en uso”, se llevó a cabo en dos pasos:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Encuesta: mediante algunas preguntas claves sobre el uso de los equipos por parte de los usuarios, se determinó las horas de funcionamiento de algunos de los equipos de oficina, y el comportamiento de los usuarios. 2. para algunos de los equipos, se les redujo el tiempo de entrada en modo reposo, también se “educó” a los usuarios para que realizarán 	<p>Se tiene en cuenta el consumo energético por cada equipo y por administración de la energía e intervención de los usuarios se puede lograr un ahorro.</p>			<p>-Variables modificadas:</p> <p>Tiempo de inactividad necesario para entrar en reposo.</p> <p>El comportamiento de los usuarios, en cuanto a apagar el equipo cuando no está en uso.</p>

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

	esta práctica, que al salir por mucho tiempo o terminar la jornada de trabajo, desactivaran sus equipos.		-Parámetros: características nominales de consumo de los equipos. -Caso de prueba: Edificio comercial en Malasia
Resultados y conclusiones			
<i>Descripción de los resultados obtenidos</i>		<i>Impactos de las configuraciones utilizadas sobre el consumo energético</i>	
El comportamiento del usuario se identificó como el factor más significativo en la reducción de las cargas de enchufe en este estudio, ya que representó alrededor del 77% de los ahorros alcanzables en las oportunidades de gestión de energía.		Los equipos que entraron en el modo de baja potencia sólo consumen el 45% de la electricidad requerida durante el modo activo. Con los cambios de comportamiento y la gestión de la energía se estima que se puede reducir aproximadamente el 19% del consumo de electricidad y 7900 libras de CO2 al mes. Los autores creen que se pueden obtener más ahorros si se consideran otras cargas de enchufe, como los dispositivos de red modernos y otros aparatos electrónicos.	

Tabla 4: estrategia 4.

Título del estudio: reducción de cargas de enchufe y proceso a gran escala, para edificios de oficinas de baja energía: NERL investigación soporte instalación (Sheppy et al., 2011)					
Resumen del estudio (en cortas palabras): la metodología de este trabajo, fue identificar y reducir las PPLs como parte del proceso de diseño de un edificio comercial de bajo consumo energético. En este trabajo se analizaron ascensores, equipos de cocina en áreas de descanso y equipos de oficina. Además, induce en los usuarios un óptimo uso de ellos y los motiva a usar equipos energéticamente eficientes.					
Descripción de la metodología					
<i>Herramientas empleadas</i>	<i>Técnicas- estrategias de ahorro para la carga eléctrica</i>	<i>Clasificación de la estrategia aplicada</i>			<i>Configuración de las técnicas-estrategias</i>
		Reconversión tecnológica	X	Estrategia Operativa	
- Encuestas. -Dispositivos energéticamente eficientes	La estrategia se aplicó categorizando las cargas de la siguiente manera: Copiadoras, impresoras y máquinas de fax: se implementaron políticas para eliminar siempre que sea posible las máquinas de una sola	Para lograr una reducción en el consumo, algunos equipos fueron reemplazados, por otros más eficientes. También			-Variables modificadas: Equipos - parámetros:

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

<p>-Clavijas controladas</p>	<p>función, compartidas y personales, en su lugar pusieron dispositivos multifunción en lugares estratégicos para que todo tuvieran un fácil acceso.</p> <p>Ordenadores y monitores: los ordenadores de mesa, usan monitores que eran típicamente pantallas LCD o CRT fluorescentes retro iluminada, para reducir el consumo, se cambiaron por ordenadores portátiles con monitores LCD retro iluminados por LED.</p> <p>Luces de trabajo, teléfonos y administración de energía: el edificio fue diseñado para contar siempre con buena iluminación, por lo que las luces de trabajo permitidas, solo podían ser de baja potencia, además, a los trabajadores se las hizo entrega de teléfonos VOIP que consumen una constante de 2 W.</p> <p>Accesorios: en esta categoría, entran dispositivos refrigeradores, microondas, cafeteras, bebederos y máquinas expendedoras. Estos dispositivos están ubicados en salas de descanso. Se adecuo una zona amplia donde pudieran acceder la mayor cantidad de personas, y así reducir la cantidad de salones de descanso que cuentan con estos dispositivos, además se usaron equipos energéticamente eficientes.</p> <p>Ascensores: se emplearon elevadores de tracción regenerativos energéticamente eficientes en lugar de los elevadores hidráulicos estándar.</p>	<p>se manipuló su programación.</p>	<p>Espacio de las oficinas</p> <p>Los ocupantes</p> <p>-escenario de prueba:</p> <p>El Laboratorio Nacional de Energía Renovable (NREL), de 20.438 metros cuadrados de apoyo a la investigación, que se completó en junio de 2010.</p>
------------------------------	---	-------------------------------------	--

Resultados y conclusiones	
<i>Descripción de los resultados obtenidos</i>	<i>Impactos de las configuraciones utilizadas sobre el consumo energético</i>
<p>Esta estrategia es principalmente relevante para edificios que están en proceso de diseño, construcción o puesta en marcha; esta estrategia ayudará reducir en consumo energético por parte de las PPLs en cualquier tipo de edificio. Es importante que cada edificio tome un plan de</p>	<p>La aplicación innovadora de PPLs de bajo consumo energético y estrategias de diseño genera un ahorro del 51% para todo el edificio.</p>

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

acción con respecto a las PPLs, podrían por ejemplo agregar más generación renovable para compensar los desperdicios.	Los PPL reducidos representan el 55% del consumo total de energía en edificio, para continuar con el bajo consumo de energía, el equipo de diseño, los propietarios y los operadores deben contribuir constantemente a la labor, y encontrar nuevas oportunidades para reducir las PPLs.
---	--

Tabla 5: estrategia 5.

Título del estudio: reducción de cargas de enchufe de oficina a través de tiras de alimentación avanzadas, sencillas y baratas (I. Metzger, Sheppy, & Cutler, 2013).						
Resumen del estudio (en cortas palabras): las bandas de potencia avanzadas (APS) (Earle & Nrel, 2015) comercialmente disponibles pueden ser usadas para mitigar la energía gastada por las PPLs, este estudio, documenta el proceso y los resultados de aplicar APS con varios enfoques de control.						
Descripción de la metodología						
<i>Herramientas empleadas</i>	<i>Técnicas- estrategias de ahorro para la carga eléctrica</i>	<i>Clasificación de la estrategia aplicada</i>				<i>Configuración de las técnicas-estrategias</i>
		Reconversión tecnológica	X	Estrategia operativa	X	
<ul style="list-style-type: none"> - Bandas de potencia avanzadas. - Temporizadores - sensores de proximidad 	<p>Los APS son tiras de enchufe tecnológicamente más avanzadas que una tira de enchufe convencional. Están disponibles comercialmente, y ofrecen la siguiente variedad de enfoques de control:</p> <p>Control manual: se incorporan interruptores en un dispositivo o en una regleta, proporcionan un método manual rápido y fácil de desconectar.</p> <p>Control automático de baja energía: se supervisa el tiempo de inactividad, mediante procesos internos, haciendo que el dispositivo se apague a un estado de baja potencia, los estados automáticos de baja potencia proporcionan un control limitado, pero a menudo son los más accesibles, económicos y eficaces cuando están configurados correctamente</p> <p>Programar el control del temporizador: las PPLs</p>	<p>Mediante el uso de bandas de potencia, se pueden controlar las cargas, y tiempo de operación. Se requiere comprar APSs.</p>				<p>-Variables modificadas:</p> <p>Tiempo de inactividad.</p> <p>Estado activo o inactivo de las cargas.</p> <p>Distancia del sensor de sensibilidad.</p> <p>- parámetros:</p> <p>Equipos de oficina</p> <p>Jornadas de trabajo</p> <p>-caso de prueba:</p> <p>Esta estrategia se llevó a cabo en diferentes</p>

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

	<p>predecibles pueden gestionarse eficazmente con temporizadores de programación, que aplican programas programados por el usuario para desactivar y activar el dispositivo para que coincida con su patrón de uso.</p> <p>Control de detección de carga: activa y desactiva automáticamente los dispositivos secundarios (por ejemplo, monitor u otros periféricos) basados en la carga de potencia detectada del dispositivo primario (por ejemplo, ordenador).</p> <p>Control de ocupación: energiza las cargas del enchufe sólo cuando los usuarios están presentes y los desenergiza cuando el espacio está vacante. Sin embargo, es un control más complejo, y depende de la colocación apropiada del sensor y de la sensibilidad.</p>	<p>edificios, en la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA), ubicada en Denver, Colorado, en un edificio de oficinas estándar de GSA y en un edificio de oficinas en Honolulu, Hawái.</p>
--	--	---

Resultados y conclusiones

<i>Descripción de los resultados obtenidos</i>	<i>Impactos de las configuraciones utilizadas sobre el consumo energético</i>
<p>Las tiras de alimentación avanzadas resultan siendo un buen método para ahorrar energía, sin embargo, es fundamental hacer una apropiada selección del controlador, para lograr el máximo ahorro de energía.</p> <p>Existe la oportunidad de ahorros de energía significativos mediante el despliegue apropiado de APS. Estos ahorros pueden lograr retornos de inversión muy atractivos debido al bajo costo de ciertos dispositivos APS.</p>	<p>- En la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA), mediante el método de control de ocupación, se obtuvo un ahorro del 21% en PPLs.</p> <p>- En el edificio de oficinas estándar de GSA, con control de temporizador, se obtuvo un resultado de ahorro según el tipo de espacio, y se define de la siguiente manera: oficinas 26%, habitaciones de impresión 50%, y salas de descanso 46% y con control de baja energía y según el espacio se obtuvo, oficinas 4%, habitaciones de impresión 32%, en la sala de descanso no hubo ahorro.</p>

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Tabla 6: estrategia 6.

Título del estudio: ahorro potencial de energía a través de la administración de equipos de oficina (Kawamoto, Siegelman, Hruban, & Fishman, 2004).					
Resumen del estudio (en cortas palabras): este estudio, estimo el potencial de ahorro de energía, mediante la administración de energía (PM) que propone acortar el tiempo de retardo para cargas de enchufe.					
Descripción de la metodología					
Herramientas empleadas	Técnicas- estrategias de ahorro para la carga eléctrica	Clasificación de la estrategia aplicada			Configuración de las técnicas-estrategias
		Reconversión Tecnológica	Estrategia operativa	X	
- Encuestas - Sensor de vibración - Sensor de infrarrojos	La administración de energía (PM) es una función incorporada que reduce el uso de energía del equipo de oficina cuando está en ralentí, después de un tiempo ajustado, de no ser utilizado (el "tiempo de retardo"), el dispositivo entra en un modo de "ahorro de energía" de baja potencia. El ahorro de energía de PM se basa en el tiempo de retardo establecido por cada usuario, un tiempo de retardo más corto ahorra más energía.	En esta estrategia se acorta el tiempo de retardo, logrando un ahorro energético en estado de ralentí o reposo del dispositivo.			-Variables modificadas: Tiempo de retardo - Parámetros: Características nominales de las PPLs -caso de prueba: El estudio se llevó a cabo en unas oficinas japonesas.
Resultados y conclusiones					
Descripción de los resultados obtenidos		Impactos de las configuraciones utilizadas sobre el consumo energético			
El uso de energía en horas no comerciales se reducirá en aproximadamente 2.0 TWh por año. Reducir el tiempo de retardo disminuye el total de 1,2 TWh adicionales por año, además con la reducción de generación de calor, también se reduce la energía de refrigeración, que se estima en 0.3 TWh al año. El ahorro total de energía de 3.5 TWh al año es casi igual al 2% del consumo comercial de electricidad en Japón.		Según este estudio, el mayor porcentaje de ahorro se obtuvo en los tiempos de retardo más cortos, la tasa de operación del PM aumenta en un 20-30% para cada tipo de equipo de oficina. Un incremento adicional del 30-40% puede lograrse acortando el tiempo de retardo de 15 a 5 min. Estos resultados arrojaron un significativo ahorro energético en edificaciones para PPLs.			

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Tabla 7: estrategia 7.

Título del estudio: PLEMS: solución de administración de energía para cargas de enchufe en edificios comerciales (Ghosh et al., 2013)					
Resumen del estudio (en cortas palabras): este estudio propone gestionar cargas de enchufes a través de una herramienta llamada PLEMS, que permite monitorear y controlar las PPLs y ampliar la cobertura del sistema de gestión en edificios (BMS). Se proponen nuevas políticas basadas en el uso / presupuesto junto con políticas basadas en el tiempo para activar acciones que mitiguen o minimicen el desperdicio de energía.					
Descripción de la metodología					
Herramientas empleadas	Técnicas- estrategias de ahorro para la carga eléctrica	Clasificación de la estrategia aplicada			Configuración de las técnicas-estrategias
		Reconversión tecnológica	Estrategia operativa	X	
- Clavijas SE (ZOE-MP1 (a) y ZOE-MLC1 (b) de Simple Homnet) - Pasarelas SE (Connectport X2 SE (c) de Digi International)	PLEMS ayuda a monitorear la energía consumida por dispositivos de carga de enchufe individuales en tiempo real y ejecuta comandos para encender / apagar un dispositivo desde un tablero de mando central, un sistema de notificación de alerta y respuesta, supervisa activamente la política implementada y realiza constantemente análisis de reconocimiento de patrones en los datos acumulados para detectar oportunidades adicionales para ahorrar energía. PLEMS se implementa, a través de enchufes y compuertas inteligentes que permiten un mayor control y a su vez permite fácil acceso al usuario para mejor visibilidad y manejo del estado operativo del equipo.	Aplicando PLEMS, se monitorea y controla el consumo energético de las PPLs.		X	-VARIABLES modificadas: Tiempo en estado activo del equipo. - Parámetros: Los equipos -caso de prueba: Laboratorio Nacional Lawrence Berkley (LBNL)
Resultados y conclusiones					
Descripción de los resultados obtenidos			Impactos de las configuraciones utilizadas sobre el consumo energético		
Los PLEMS pueden aportar inteligencia a la infraestructura, lo que permite monitorear y controlar las PPLs, con una visión futurista, se podría pensar en utilizar PLEMS como parte integral de la red inteligente, junto con medidores inteligentes, para participar en programas de respuesta a la demanda, propuestos por las empresas de servicios públicos y extender PLEMS a usuarios domésticos.			Al desplegar PLEMS, se observó un ahorro en los monitores LCD y CPUs del 49.63% y el ahorro en su consumo mensual total fue del 53.25%. El ahorro que se logró con PLEMS en calentadores de agua, impresoras, un enfriador de agua y una máquina de café fue del 39.97%, 56.85%, 42.93% y 32.93% respectivamente, esto análisis se hizo respecto a su consumo mensual total.		

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Tabla 8: estrategia 8.

<p>Título del estudio: Investigación de control de carga y cambio de comportamiento en edificios de oficinas de GSA(Ian Metzger, Cutler, & Sheppy, 2012)</p>					
<p>Resumen del estudio (en cortas palabras): una gama compleja de tecnologías que miden y controlan las cargas del enchufe ha emergido en el mercado, las estrategias de control monitorean el uso de energía de PPLs en los horarios de trabajo, pueden ahorrar energía y son replicables para la mayoría de los edificios comerciales. Este estudio, probó la eficacia de dos tipos de estrategias de reducción de carga de enchufe:(1) Temporizador de programación y (2) Sensor de carga.</p>					
<p>Descripción de la metodología</p>					
Herramientas empleadas	Técnicas- estrategias de ahorro para la carga eléctrica	Clasificación de la estrategia aplicada			Configuración de las técnicas-estrategias
		Reconversión tecnológica		Estrategia operativa	
<p>- Tira de potencia avanzada (APS)</p> <p>- Temporizador</p>	<p>Las estrategias se llevaron a cabo aplicando la tecnología de tiras de potencia avanzada (APS).</p> <p>Temporizador programado: controles que permiten al usuario ajustar el día y la hora en que un enchufe o conjunto de ellos, puede estar energizado y desenergizado, su programación puede ser de las siguientes formas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Los temporizadores de salida eléctricos básicos que controlan una sola toma de corriente o tira, con temporizadores de salida integrados para controlar múltiples salidas son programados por los usuarios. - La programación puede controlarse con dispositivos en una ubicación centralizada. - También hay tiras de enchufe que se pueden programar remotamente, en lugar programarse directamente en el enchufe. <p>Sensor de carga: controla el estado de alimentación de un dispositivo específico (maestro) y desactiva los dispositivos auxiliares (esclavos) si el maestro entra en un estado de baja</p>	<p>Se controló el tiempo de consumo de potencia y estado de alimentación del equipo, a través del temporizador y el sensor de carga.</p>			<p>-Variables modificadas:</p> <p>Consumo de potencia, en estado de espera, hibernación y suspensión.</p> <p>- Parámetros: Equipos de enchufe. Diseño de las toma de corriente.</p> <p>-caso de prueba: las estrategias se desplegaron en ocho edificios de oficinas de la GSA en la Región 3:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Edificio del Centro de Administración de Veteranos - Filadelfia, Pensilvania • Edificio Federal William J. Green, Jr. - Filadelfia, Pensilvania

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

	<p>potencia. Un sensor de carga puede adoptar varias formas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tiras de alimentación que detectan la carga de un dispositivo primario y controlan varios dispositivos secundarios localmente. - Controles centrales, que son típicamente inalámbricos, dispositivos plug-and-play (para enchufar y usar) que controlan una o varias salidas. Se comunican con un controlador centralizado que energiza y des energiza las salidas basándose en los umbrales de carga programados por el usuario. 		<ul style="list-style-type: none"> • Cohen Complex - Camden, Nueva Jersey • Edificio Federal Clarkson S. Fisher y Palacio de Justicia de los Estados Unidos - Trenton, New Jersey • Spottswood W. Robinson III y Robert R. Merhige, Jr., Palacio de Justicia de los Estados Unidos - Richmond, Virginia • Edward A. Garmatz Palacio de Justicia de los Estados Unidos - Baltimore, Maryland • Edificio Federal William S. Moorhead - Pittsburgh, Pensilvania • Edificio Federal Robert C. Byrd y Palacio de Justicia de los Estados Unidos - Charleston, Virginia Occidental.
--	---	--	---

Resultados y conclusiones

<i>Descripción de los resultados obtenidos</i>	<i>Impactos de las configuraciones utilizadas sobre el consumo energético</i>
<p>El uso de energía de la oficina fue reducido más significativamente por los controles del temporizador en horarios de trabajo. Se obtuvieron menores ahorros con los sensores de carga y combinados, esto podría representar una oportunidad significativa de utilizar algunas de las bandas de energía de cronómetro de horario más simples y de menor costo para hacer frente a la mayoría de las cargas de enchufe de la oficina.</p>	<p>Después de la implementación de APS dio como resultado un ahorro promedio de electricidad de 21% para ordenadores portátiles, 35% para impresoras, 7% para monitores, 12% para luces bajo gabinete y 48% para equipos compartidos. Los ahorros más grandes se lograron cuando se aplicaron controles de temporizador de horario a las cargas de</p>

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

	<p>enchufe que funcionaban 24 horas al día, 7 días a la semana (por ejemplo, impresoras, equipo de cocina y equipo diverso).</p> <p>Los ahorros más grandes fueron en cargas que funcionan 24/7, como impresoras (27% -69% de reducción, dependiendo del tipo de control) y equipo diverso (51% -81% de reducción, dependiendo del tipo de control).</p>
--	--

Tabla 9: estrategia 9.

<p>Título del estudio: la gestión de cargas de enchufe como respuesta a la demanda en edificios (Weng, Balaji, Dutta, Gupta, & Agarwal, n.d.)</p>					
<p>Resumen del estudio (en cortas palabras): este artículo presenta el diseño y la implementación del sistema de contabilidad y gestión energética que está específicamente orientado a la gestión de cargas de enchufes dentro de los edificios de una empresa en USA. El sistema proporciona visibilidad y control de las cargas de enchufe a los administradores del edificio, lo que les permite manejar situaciones de respuesta a la demanda a través de políticas de actuación especificadas por los usuarios.</p>					
<p>Descripción de la metodología</p>					
Herramientas empleadas	Técnicas- estrategias de ahorro para la carga eléctrica	Clasificación de la estrategia aplicada			Variables, parámetros y escenario de prueba
		Reconversión Tecnológica	X	Estrategia operativa	
- Medidor inteligente de energía.	<p>Trabajos recientes mostraron que las PCs se pueden poner en suspensión mientras se mantiene la conectividad de red dado que las cargas de los enchufes también están presentes en los edificios, estos esfuerzos pueden clasificarse generalmente en dos grandes temas:</p> <p>Detección directa: en la que la energía se mide directamente utilizando medidores de energía individuales</p> <p>Detección indirecta: a menudo denominada monitoreo de la carga no intrusiva, que utiliza técnicas de desambiguación de carga o inferencia indirecta utilizando sensores.</p> <p>El servidor de respuesta a la demanda (DRS) categoriza las</p>	<p>La estrategia aplicada es de los dos tipos, la reducción en el consumo se hace por medio de monitores de la carga y control del tiempo de inactividad, para esto se debe diseñar el medidor inteligente que requiere del diseño de un hardware, software y autómatas programables (AP).</p>			<p>-Variables modificadas: Consumo energético.</p> <p>- Parámetros: equipos</p> <p>-caso de prueba: edificio comercial de los Estados Unidos</p>

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

	cargas por nivel de prioridad, y automáticamente selecciona los dispositivos que se pueden apagar.		
Resultados y conclusiones			
<i>Descripción de los resultados obtenidos</i>		<i>Impactos de las configuraciones utilizadas sobre el consumo energético</i>	
<p>Se ha diseñado un medidor de energía inteligente (SEM) que es capaz de accionar el dispositivo conectado, y demostró cómo el SEM se puede utilizar para manejar eventos de respuesta a la demanda. Atado al medidor de energía es el servidor de Respuesta a la Demanda que tiene una interfaz de usuario basada en web para permitir a los administradores de edificios la capacidad de visualizar y controlar los medidores. Se embozan diferentes métodos para permitir a los gerentes de edificios manejar rápidamente los eventos de respuesta a la demanda para los dispositivos de carga de enchufe.</p>		<p>Se plantea un objetivo de ahorro para los dispositivos, por ejemplo, que solo consuman el 75%, el DRS selecciona los dispositivos que se pueden apagar y reduce el consumo.</p> <p>Con esto se puede lograr un ahorro de hasta el 50% del consumo normal.</p>	

Tabla 10. Estrategia 10.

Título del estudio: gestión de la demanda a través de dispositivos controladores de dispositivos (Kaira, n.d.)						
Resumen del estudio (en cortas palabras): este trabajo investiga el desarrollo de un algoritmo para un elemento controlador de dispositivos que pueda controlar patrones de consumo de electricidad. El principal objetivo del algoritmo es reducir el consumo de energía durante las horas pico.						
Descripción de la metodología						
Herramientas empleadas	Técnicas- estrategias de ahorro para la carga eléctrica	Clasificación de la estrategia aplicada				Configuración de las técnicas-estrategias
		Reconversión tecnológica	X	Estrategia Operativa	X	
- Red inteligente	<p>Un elemento controlador de dispositivos es un aparato situado en las instalaciones de un cliente, la función de este es regular el consumo de electricidad, controlando los aparatos eléctricos. En este estudio se implementó la red inteligente.</p> <p>La red inteligente es una red eléctrica moderna, que permite a los administradores de gestión de la energía obtener datos en tiempo real de todos los patrones de consumo de los</p>	Mediante monitoreo constante de los dispositivos de puede regular el consumo energético, para esto se requiere de la implantación de la red inteligente, que requerirá de cierta inversión económica.				<p>-Variables modificadas: Patrones de consumo</p> <p>- parámetros: Equipos</p> <p>-escenario de prueba:</p> <p>Este sistema de control se aplicó en un edificio comercial Sur Africano.</p>

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

	dispositivos, y mediante la retroalimentación permite al operador alterar estos patrones de uso y realizar otras acciones de control principalmente sobre las cargas PPLs, por ejemplo sacar de funcionamiento dispositivos irrelevantes o que no esté ejecutando ninguna labor.		
Resultados y conclusiones			
<i>Descripción de los resultados obtenidos</i>		<i>Impactos de las configuraciones utilizadas sobre el consumo energético</i>	
A partir de los resultados de la simulación se pudo constatar que el elemento controlador de dispositivos logró alcanzar de forma significativa el objetivo planteado al inicio del proyecto, además, se descubrió que el algoritmo se puede ejecutar más eficientemente de lo inicialmente supuesto. También se infirió que los dispositivos de control de aparatos benefician más a la red eléctrica si se ejecutan en grupos y no de forma aislada.		Se logró una reducción del 40% en la demanda de energía en tiempo pico para un los dispositivos, esto se traduce en un ahorro anual de energía del 6%. Se encontró que el algoritmo tuvo éxito en reducción de la demanda de energía en horas punta. Los objetivos de este trabajo se limitan a investigar y desarrollar algoritmos de control para dispositivos controladores de dispositivos.	

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

5. CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y TRABAJO FUTURO

- La identificación de los componentes de las PPLs permite entender mejor su funcionamiento, analizar elementos esenciales o aspectos que permitan hacer una modificación o arreglo que contribuya a una reducción en el consumo.
- Determinando las variables y parámetros de las PPLs, es posible identificar y comprender sus características de consumo, y así poder intervenir cuando sea necesario o exista una anomalía. Si se llegara a aplicar una estrategia de ahorro, solo se sabrá si funciona o no a través de sus características de consumo.
- Si se quiere intervenir, diseñar o rediseñar una PPL, es necesario tener en cuenta las normas y recomendaciones que cobijan estos elementos, para evitar inconvenientes por un mal procedimiento o imprudencia.
- En la identificación y análisis de estrategias de ahorro se obtuvieron excelentes resultados, ya que se encontraron estrategias muy prometedoras en cuántos a los resultados en reducción del consumo. También se puede seleccionar entre una estrategia operativa o de reconversión tecnológica, la operativa ofrece un costo mínimo y prometedores resultados, la de reconversión tecnológica requiere de una inversión más considerable pero igualmente ofrece buenos resultados respecto a la reducción en el consumo energético.
- A nivel general se recomienda prestar más atención a este tipo de carga (PPL), al tener una presencia tan significativa en edificaciones terciarias, puede ser una gran oportunidad de ahorro, y no es difícil procurar un óptimo consumo por parte de estas, solo falta disponibilidad de las empresas y compromiso de todos con la eficiencia energética.
- En la búsqueda de estrategias de ahorro en edificaciones terciarias se encontró que existe gran número de artículos referentes al tema, lo que genera motivación e

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

interés para seguir investigando métodos de ahorro energético. Las cargas de enchufe han incrementado exponencialmente su presencia en edificaciones terciarias, al punto de llegar a ser una de las cargas de uso final de más consumo en estos edificios, dado su importancia se han implementado una variedad de estrategias encaminadas a reducir y controlar el consumo de estas, estas estrategias resultan ser en su mayoría, de fácil aplicación ya que son más de tipo operativa que de reconversión tecnológica.

RECOMENDACIONES

- En un ámbito más específico, es recomendable comenzar a hacer uso de PPLs energéticamente eficientes, genera un ahorro considerable, además de el óptimo uso de los espacios donde estén presentes estos elementos
- La implementación de PPLs multipropósito y su distribución estratégica en el espacio de la edificación terciaria, puede contribuir a la reducción de consumo por parte de estas, ya que se reducirá la cantidad de PPLs presentes en estos lugares.

TRABAJO FUTURO

Se proyecta la implementación de una de las estrategias de ahorro que fueron previamente estudiadas y analizadas, se evaluará la viabilidad de cada una de estas para ser llevada a cabo en un caso real de prueba. Las estrategias que se tendrán en consideración son las operativas ya que se pueden llevar a cabo con un mínimo de inversión, todo lo contrario, a una estrategia de reconversión tecnológica, la estrategia será seleccionada con base en la disponibilidad y características del espacio real donde será aplicada y los elementos disponibles en los laboratorios del ITM.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

6. REFERENCIAS

Bejarano, G., Alfaya, J. A., Ortega, M. G., & Vargas, M. (2017). On the difficulty of globally optimally controlling refrigeration systems Number of Transfer Units. *Applied Thermal Engineering*, *111*, 1143–1157.

<https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2016.10.007>

Davis, J. E. (2011). Killing Watts : Ghost Loads at the University of Colorado Colorado Springs, 4(May), 24–38.

Earle, L., & Nrel, B. S. (2015). Results of Laboratory Testing of Advanced Power Strips Results of Laboratory Testing of Advanced Power Strips, (March).

Gandhi, P., & Brager, G. S. (2016). Commercial office plug load energy consumption trends and the role of occupant behavior. *Energy and Buildings*, *125*, 1–8.

<https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2016.04.057>

Ghosh, A., Patil, K. A., & Vuppala, S. K. (2013). PLEMS: Plug load energy management solution for enterprises. *Proceedings - International Conference on Advanced Information Networking and Applications*, *AINA*, 25–32.

<https://doi.org/10.1109/AINA.2013.45>

González, C., Pérez, R., Vásquez, S., & Araujo, G. (2014). Eficiencia Energética: Uso racional de la energía eléctrica en el sector administrativo. *Consumo Eficiente*, 1–59.

Huynh, N. K., Lib, H., Soh, Y. C., & Cajc, W. (2016). Numerical analysis and model-based control of energy recovery ventilator in HVAC system, 76–77.

Irulegi, O., Ruiz-Pardo, A., Serra, A., Salmerón, J. M., & Vega, R. (2017). Retrofit strategies towards Net Zero Energy Educational Buildings: A case study at the University of the Basque Country. *Energy and Buildings*, *144*, 387–400.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

<https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2017.03.030>

Kaira, L. (n.d.). Achieving Demand Side Management with Appliance Controller Devices.

Kamilaris, A., Kalluri, B., Kondepudi, S., & Kwok Wai, T. (2014). A literature survey on measuring energy usage for miscellaneous electric loads in offices and commercial buildings. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 34, 536–550.

<https://doi.org/10.1016/j.rser.2014.03.037>

Kaneda, D., & Jacobson, B. (2010). Plug Load Reduction : The Next Big Hurdle for Net Zero Energy Building Design, 120–130.

Kawamoto, S., Siegelman, S. S., Hruban, R. H., & Fishman, E. K. (2004). Lymphoplasmacytic sclerosing pancreatitis with obstructive jaundice: CT and pathology features.

American Journal of Roentgenology, 183(4), 915–921.

<https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2004.02.004>

Kim, Y.-S., & Srebric, J. (2017). Impact of occupancy rates on the building electricity consumption in commercial buildings. *Energy and Buildings*, 138(January), 591–600.

<https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/j.enbuild.2016.12.056>

Kumar, S., & S, K. K. H. (2013). The Mediterranean Green Energy Forum 2013 , MGEF-13 HPLEMS : Hybrid Plug Load Energy Management Solution. *Energy Procedia*, 42, 133–142. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2013.11.013>

Kwong, Q. J., Goh, S. H., Adam, N. M., & Raghavan, V. R. (2014). A study on energy efficiency improvement opportunities for plug loads in buildings in the equatorial region. *Energy Procedia*, 56(C), 621–633.

<https://doi.org/10.1016/j.egypro.2014.07.201>

Lobato, C., Pless, S., Sheppy, M., & Torcellini, P. (2011). Reducing plug and process loads for a large scale, low energy office building: NREL’s research support facility. *ASHRAE Transactions*, 117(PART 1), 330–339.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Metzger, I., Cutler, D., & Sheppy, M. (2012). Plug-Load Control and Behavioral Change Research in GSA Office Buildings. *U.S. General Services Administration By the National Renewable Energy Laboratory June, (October)*.

Metzger, I., Sheppy, M., & Cutler, D. (2013). Reducing Office Plug Loads through Simple and Inexpensive Advanced Power Strips: Preprint, (July 2013), 1–8. Retrieved from <http://www.osti.gov/scitech/biblio/1087774>

Ministerio de Minas y Energía. (2013). Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE). *Bogotá, Colombia*, 210. Retrieved from <http://www.minminas.gov.co/documents/10180/712360/Anexo+General+del+RETIE+2013.pdf/14fa9857-1697-44ed-a6b2-f6dc570b7f43>

New Buildings Institute. (2012). Managing Your Office Equipment Plug Load, 1–8.

Normativa de usos, ordenanzas y edificación. (2002). CAPÍTULO CUARTO: USO TERCIARIO. Retrieved April 4, 2017, from http://urbanismo.malaga.eu/urbanismo/PlanGeneral/PGMOM/memorias_y_normativas/normativas/uo/NUOE-T12-4.htm

República, D. LA. (2014). Eficiencia Energética.

Riesgos eléctricos y mecánicos. (n.d.).

Santiago, K., & Vazquez, J. (2016). The Role of Small Commercial Buildings in Achieving Energy Efficiency: Case Study Results. *Procedia Engineering*, 145, 1470–1477. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.04.185>

Savings, E., Emissions, C., & Enabled, R. (n.d.). The Green Grid.

Sharma, P., Reddy, S., Ieee, M., Shrivastava, S., Kumar, R., & Member, S. (2015). Strategic Plug Load Management System for Smart Buildings with Rooftop Photovoltaic System, 1–6.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Sheppy, M., Lobato, C., Geet, O. Van, Pless, S., Donovan, K., & Nrel, C. P. (2011). Reducing Data Center Loads for a Large- scale , Low-energy Office Building : NREL ' s Research Support Facility, (December).

Sheppy, M., Lobato, C., Pless, P., Gentile Polese, L., & Torcellini, P. (2012). Overview Assessing and Reducing Plug and Process Loads in Office Buildings Plug and Process Loads Reduction Process Plug and Process Loads Reduction Process.

Sun, K., & Hong, T. (2017). A simulation approach to estimate energy savings potential of occupant behavior measures. *Energy & Buildings*, 136, 43–62.
<https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2016.12.010>

Systemes, D. E. S. (2015). 2014 - 2015.
<https://doi.org/10.1002/14651858.CD008965.pub4.Folia>

Tullis, T. E. (1997). Analysis of the impact of intemal loads on the behavior and electrical energy consumption of a building, *102*(2), 275–280.

Weightman, D., Field, J., Manager, M., & Source, E. (2012). Office Plug Loads: Energy Use and Savings Opportunities Sponsored by the California Energy Commission Public Interest Energy Research Program.

Weng, T., Balaji, B., Dutta, S., Gupta, R., & Agarwal, Y. (n.d.). Managing Plug-Loads for Demand Response within Buildings.


	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Oscar Górgon
 Informe final
 12/10/2017

FIRMA ESTUDIANTES _____

Juan Manuel Aranda
 Informe final
 12/10/2017

FIRMA ASESOR _____


 Informe final
 12/10/2017

FIRMA ASESOR _____

FECHA ENTREGA: 12 de octubre de 2017

FIRMA COMITÉ TRABAJO DE GRADO DE LA FACULTAD _____

RECHAZADO ___ ACEPTADO ___ ACEPTADO CON MODIFICACIONES _____

ACTA NO. _____

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

FECHA ENTREGA: _____

FIRMA CONSEJO DE FACULTAD _____

ACTA NO. _____

FECHA ENTREGA: _____