



UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK

FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES

Trabajo de Fin de Carrera Titulado:

**“IDENTIFICAR Y DETERMINAR EL CONSUMO DE ENERGÍA DEL
EDIFICIO ISSFA APLICANDO LAS NORMAS ISO 50001:2012 E ISO 14064-1:
2015: PROPUESTA DE OPTIMIZACIÓN PARA EDIFICACIONES
PÚBLICAS”**

Realizado por:

CATERINE ALICIA JARRÍN MANCERO

Director del proyecto:

MGS. WALBERTO EFRAIN GALLEGOS ERAS

Como requisito para la obtención del título de:

MAGISTER EN GESTIÓN AMBIENTAL

Quito, 8 de marzo de 2018

DECLARACIÓN JURAMENTADA

Yo, CATERINE ALICIA JARRIN MANCERO, con cédula de identidad # 171934613-0, declaro bajo juramento que el trabajo aquí desarrollado es de mi autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado a calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración, cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su reglamento y por la normativa institucional vigente.



Caterine Alicia Jarrín Mancero

CC:1719346130

DECLARATORIA

El presente trabajo de investigación titulado:

**“IDENTIFICAR Y DETERMINAR EL CONSUMO DE ENERGÍA DEL
EDIFICIO ISSFA APLICANDO LAS NORMAS ISO 50001 E ISO 14064-1:
PROPUESTA DE OPTIMIZACIÓN PARA EDIFICACIONES PÚBLICAS”**

Realizado por:

CATERINE ALICIA JARRÍN MANCERO

como Requisito para la Obtención del Título de:

MAGISTER EN GESTION AMBIENTAL

ha sido dirigido por el profesor

WALBERTO EFRAIN GALLEGOS ERAS

quien considera que constituye un trabajo original de su autor



Walberto Efrain Gallegos Eras

DIRECTOR

LOS PROFESORES INFORMANTES

RODOLFO RUBIO

JUAN CARLOS NAVARRO

Después de revisar el trabajo presentado,
lo han calificado como apto para su defensa oral ante
el tribunal examinador



Rodolfo Rubio



Juan Carlos Navarro

Quito, 8 de marzo de 2018

DEDICATORIA

Dedicado a mis padres Fabián y Mirian por su infinito amor, a mis hermanos Francys y Fabián quienes han permanecido siempre junto a mí, a mi sobrinita Amelia que me alegra todos los días y a Santy que me apoyó incondicionalmente permitiendo que esta meta se haga realidad.

Familia, esto es para ustedes.

AGRADECIMIENTO

A la Facultad de Ciencias Ambientales de la Universidad Internacional SEK, mis Maestros, compañeros y al Instituto de Seguridad Social de las Fuerzas Armadas por hacer posible el desarrollo del presente trabajo.

Identificar y determinar el consumo de energía del edificio ISSFA aplicando las normas ISO 50001 e ISO 14064-1: propuesta de optimización para edificaciones públicas

Identify and determine the energy consumption of the ISSFA building applying ISO 50001 and ISO 14064-1 standards: optimization proposal for public buildings

Caterine Jarrín Mancero¹ & Walberto Gallegos Eras²

¹Universidad Internacional SEK, Facultad de Ciencias Naturales y Ambientales, Quito, Ecuador. Email: caty.jarrin@gmail.com

²Universidad Internacional SEK, Facultad de Ciencias Naturales y Ambientales, Quito, Ecuador. Email: walberto.gallegos@uisek.edu.ec

Autor de correspondencia: MsC. Walberto Gallegos Eras, walberto.gallegos@uisek.edu.ec

Título corto (Running title): Análisis de consumo energético

Resumen.

El presente trabajo tiene como fin el identificar el consumo de energía eléctrica y calcular la Huella de Carbono generada por los consumos de energía eléctrica (Puyol, 2013), identificar los principales usuarios de consumo energético del ISSFA, determinar si las mismas son utilizadas eficientemente y encontrar oportunidades de optimización que tengan viabilidad económica y no afecten la calidad de los servicios. (Oficina Española de cambio climático, Ministerio de Agricultura, 2016)

A través de una revisión de estudios de consumo de energía eléctrica en edificaciones públicas se pudo conocer que el consumo de energía eléctrica en estos se centra en los sistemas de iluminación en un 40 a 60% del consumo total de energía y que en América Latina no se han evidenciado avances significados con la integración de políticas de eficiencia energética por lo que el consumo de energía eléctrica en los sectores residenciales está en aumento.

Para el cálculo de la huella de carbono anual se aplicó la metodología establecida por la Norma NTE INEN ISO 14064-1:2010 (Ihobe S.A., 2012) y a la vez se definió un plan de optimización del consumo de energía eléctrica en el ISSFA de acuerdo con lo estipulado en la Norma ISO 50001 (INEN, 2012). Para esto se consideraron tres aspectos en primer lugar el consumo en Kwh registradas en las facturas de consumo de energía eléctrica por suministro en el periodo de enero 2014 a diciembre 2017 detectando que el consumo de energía eléctrica en el ISSFA se centra en tres plantas del edificio con 60% del consumo total y que el suministro de los subsuelos uno, dos y tres es el que mayor energía consume, en segundo lugar se realizó un inventario de usuarios in situ determinando al sistema de iluminación como el principal con un promedio de consumo en las tres plantas evaluadas de 65,33% y en tercero midiendo la eficiencia de la iluminación en las áreas de trabajo a través de un estudio de iluminación basado en los niveles mínimos exigidos por la legislación nacional donde se detectó que la iluminación actual del edificio ISSFA matriz requiere ser reformada dado que el mismo no cumple con los niveles mínimos requeridos. (Baca, 2014). La huella de carbono detectada en el ISSFA tiende a aumentar desde el 2014 a diciembre 2017. Con los resultados mencionados anteriormente y las variables detectadas se desarrolló una propuesta de optimización (ONUDI, 2014) sin afectar la calidad de los servicios y tampoco afectando el presupuesto designado. (Montero, 2015).

Palabras clave: consumo eléctrico, Huella de carbono, ISO 14064-1, ISO 50001, ISSFA, optimización, suministro

Abstract.

The purpose of this work is to calculate the carbon footprint generated by electric energy consumption (Puyol, 2013) at the ISSFA building, also to identify on which systems of the building is the demand in electric energy and energy consumption focused and finally to establish if electric energy in those systems is being used efficiently in order to find opportunities to optimize how that energy is consumed keeping in mind an economic stand point of view so that they can be viable and making sure that they do not affect the quality of services of the building. (Spanish Office of Climate Change, Ministry of Agriculture, 2016).

Through the study and review of previous studies on the electrical energy consumption at buildings own by public institutions, it was possible to identify that the main source of energy consumption is focused on the lightning system, reaching a 40% to 60% from the total energy consumption, and that in Latin America there has not been any significant advances into the integration of policies related to energy efficiency which resulted in an increase in the electrical energy consumption in the residential sector.

In the development of this thesis, the annual carbon footprint will be calculated with the methodology established by the NTE INEN ISO 14064-1: 2010 Standard (Ihobe SA, 2012). Simultaneously the “Optimization plan for the electric energy consumption at the ISSFA Building” will be prepared in accordance with the provisions of the ISO 50001 (INEN, 2012). In order to complete both the “Optimization plan” and the “annual Carbon footprint”, three aspects will be considered. First, the consumption in kwh recorded in the “electric energy consumption bills” and divided by appliance from January 2014 to December 2017 where it was possible to discover that the electrical energy consumption at the ISSFA Building is mainly focused in three floors with a 60% of the total consumption. Also the electrical supply to the three undergrounds floors is the main source of consumption. Secondly, a registry of users/consumers was carried out in site where it was possible to conclude that the lightning system is the one responsible for most of the electrical consume in the building with an average of 65.33% on all three of those floors. And thirdly the lighting at the work spaces was measured to evaluate its efficiency and if it is in accordance with the minimum requirements described by the current national legislation, through this process it was concluded that the cuthe data collect from January 2014 to December 2017. rrent lightning installations do not comply with it and are in need of a reform to reach the mandatory lightning levels for the kind of workplace that is the ISSFA building. (Baca, 2014).

The carbon footprint detected generated by the ISSFA building shows a clear tendency toward an exponential growth as shown by the data collected from January 2014 to December 2017. All this information allowed us to obtain a baseline of consumption, built on what has been established by technical and legal energy regulations to finally achieve the development of an “optimization proposal for the electrical energy consumption of the ISSFA building” (UNIDO, 2014) without influencing negatively the quality of services or ignoring the designated budget. (Montero, 2015)

Keywords: *electric consumption, carbon footprint, ISO 14064-1, ISO 50001, ISSFA, optimization, supply.*

INTRODUCCIÓN

En la atmósfera los gases de efecto invernadero (GEI) representan menos del 1% de su composición; más, los mismos cumplen la función de producir el “efecto invernadero natural”, gracias al cual existe la vida en el planeta tal y como la conocemos. (Martínez & Fernández, 2004) De modo que el problema no radica en la existencia y comportamiento de estos gases, los que resultan esenciales para la vida; sino; más bien por el hecho de que los GEI están aumentando como resultado directo de la actividad humana, en particular las emisiones de CO₂, que es uno de los principales gases; este cambio en las condiciones de la atmósfera se ha denominado “Cambio Climático”. (Muñoz, Zaror, Saelzer, & Cuchi, 2012)

La creciente preocupación internacional por las consecuencias adversas del cambio climático ha impulsado a profundizar su conocimiento respecto de los gases de efecto invernadero y su dinámica. En este contexto, la huella de carbono se transforma en un indicador reconocido internacionalmente para comprender dicha dinámica, lo que implica no sólo conocerla en todas sus dimensiones, sino que medirla y divulgarla como un elemento más en los procesos de toma de decisiones individuales, de las empresas, regiones o países. (Ramírez De Arellano, Doctorando, & Guzmán, 2010). Es consenso que conocer la huella de carbono permite identificar rutas para controlar, disminuir o mitigar las emisiones y su impacto, y se reconoce cada vez con más intensidad su alcance en el comercio de bienes y servicios. (Puyol, 2013)

Comúnmente la huella de carbono se define como la cantidad de gases de efecto invernadero emitidos a la atmósfera derivados de las actividades de producción o consumo de bienes y servicios de los seres humanos, variando su alcance, desde una mirada simplista que contempla sólo las emisiones directas de CO₂, a otras más complejas, asociadas al ciclo de vida completo de las emisiones de gases de efecto invernadero. (Hernández, 2015)

Para poder definir la huella en toda su dimensión, es necesario considerar además la responsabilidad que tienen en este proceso los usuarios a través de sus decisiones de compra, quienes podrían ser considerados como una de las principales causas de la huella de carbono generada por un determinado bien o servicio. (Baca, 2014)

En países desarrollados, han empezado a establecerse regulaciones y a considerarse medidas como los impuestos de carbono, programas de transacción de derechos de emisión y barreras técnicas que incluyen exigencias sobre niveles de eficiencia energética, que pueden impactar sus actuales relaciones comerciales con países como el Ecuador cuyas iniciativas en estos temas son aún incipientes. (Asmal, 2015)

Inmersos en la década de la sostenibilidad, es necesario que también el sector de la construcción y más específicamente el de la edificación residencial, comience a evaluar su relación con el entorno. (Muñoz et al., 2012) La reducción del impacto medioambiental de los edificios requiere de la aplicación de metodologías de evaluación de impacto adecuadas, de carácter global y local, y que incluyan todas las etapas de la vida útil de un edificio. (Macías, García, & Navarro, 2010)

Por todo lo anteriormente descrito, los estándares propuestos por la norma ISO 14064-1:2010 ofrece una opción para evaluar la Huella de carbono generada por los edificios relacionados exclusivamente con el consumo de energía eléctrica y a través de la norma ISO 50001:2011 se pretende elaborar una propuesta de optimización para uso sustentable del recurso energético a fin de disminuir la generación de Gases de Efecto invernadero.(Gálvez, 2016)

A fin de analizar la Huella de Carbono en el edificio ISSFA Matriz es importante previamente priorizar la principal fuente de consumo energético con el desarrollo de un perfil de consumo de energía eléctrica.

En referencia a un registro histórico de consumo de servicios básicos en el ISSFA se identificó que el consumo de energía eléctrica en USD, es el que representa el mayor gasto en el edificio.

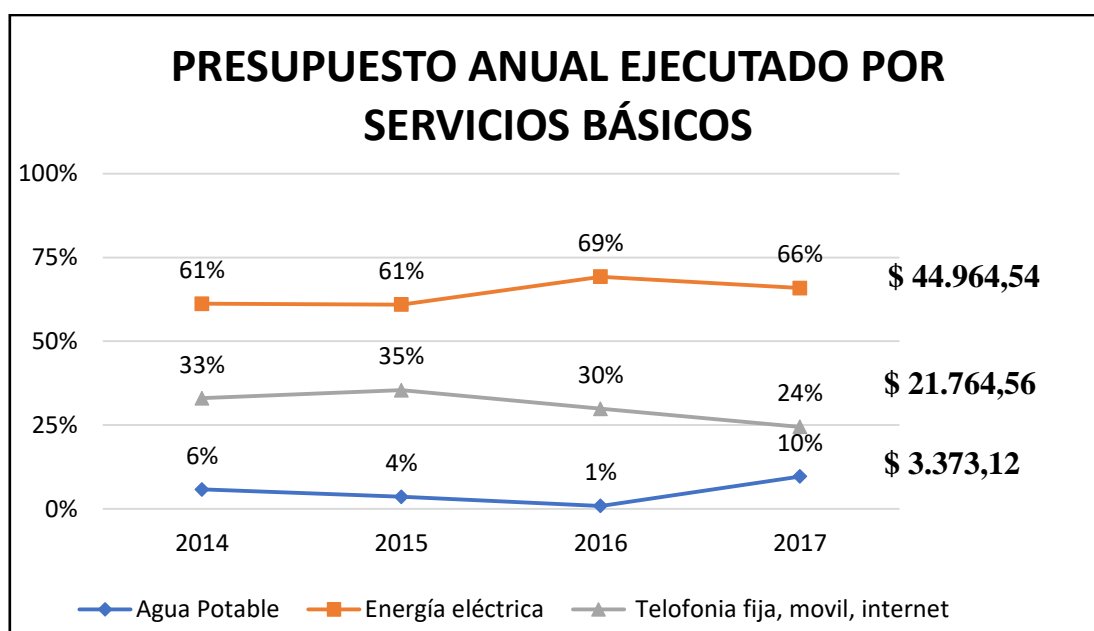


Gráfico 1: Presupuesto ejecutado por pago anual de servicios básicos. ISSFA 2014-2017 (Autor, 2018)

HIPOTESIS

La hipótesis planteada en este trabajo establece que: *el identificar el consumo de energía eléctrica y analizar la huella de carbono anual en el edificio ISSFA Matriz permitirá definir la necesidad de desarrollar una propuesta de optimización.*

OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

Objetivo General

Analizar la Huella de Carbono anual en el edificio ISSFA Matriz a través de la aplicación de criterios de la NTE INEN ISO 14064-1 y elaboración de un plan de optimización en base a la norma NTE INEN ISO 50001.

Objetivos Específicos

- Identificar el perfil de consumo de energía eléctrica en el ISSFA a través de un análisis de las facturas, en el periodo enero 2014 a diciembre 2017 para la priorización de los suministros y elaboración de un inventario de usuarios energéticos.
- Analizar las toneladas de CO₂ equivalente que se producen por consumo de energía eléctrica en el ISSFA a través de la aplicación de la NTE INEN ISO 14064:2010.
- Desarrollar una propuesta de optimización a través de la implementación de políticas internas de eficiencia energética basadas en la norma NTE INEN ISO 50001:2012 para disminuir las toneladas de CO₂ equivalente, sensibilizar a los usuarios y contribuir a la mitigación del cambio climático.

ANÁLISIS DE CONSUMO ENERGÉTICO EN EDICIOS PÚBLICOS

Chile

La Agencia Chilena de Eficiencia Energética (AChEE) con auspicio del Ministerio de Energía en el 2012 desarrollaron el Manual de Gestor Energético a fin de promover la Gestión Energética en edificios, en este se realizó un diagnóstico energético en edificaciones cuyos resultados fueron: Edificaciones públicas que no cuentan con sistemas de aire acondicionado 70% del consumo de energía eléctrica se debe a los sistemas de iluminación, Edificaciones públicas que cuentan con sistemas de aire acondicionado la distribución de consumo de energía eléctrica fluctúa entre un 30% a 60% en iluminación, en la mayoría de los casos el consumo de energía eléctrica derivado del uso de equipos computacionales y electrónicos en general, fluctúa entre 10% y 20% del total.(Agencia Chilena de Eficiencia Energética, 2012)

Colombia

El sector Comercial, Público y de Servicios en Colombia, consume cerca del 7% de la energía final del país. De acuerdo con el estudio de caracterización realizado por la UPME en el año 2013. Los principales usos de la electricidad son: iluminación (31%), aire acondicionado (22,8%) y refrigeración (13,9%). durante los años 2009 a 2013 la UPME ejecutó el proyecto GEF/PNUD/COL 70476 de eficiencia energética en edificaciones, el cual recibió del GEF recursos frescos por USD 975.000. En el marco de este proyecto, se destacó la realización de 27 auditorías energéticas en edificaciones de entidades públicas como ministerios, gobernaciones, alcaldías y corporaciones regionales ambientales. Estas auditorías permitieron caracterizar los consumos energéticos en este importante segmento, identificando potenciales de eficiencia energética en las entidades objeto de la auditoría, potencializando su rol como aliadas y gestoras para promover la temática en las regiones. Los resultados de estas intervenciones corroboran que en entidades de naturaleza pública existen grandes oportunidades para mejorar los consumos de energía.(Ministerio de Minas y Energía, 2016)

Unión Europea

Los sectores residencial y terciario, constituidos esencialmente por viviendas y edificios, utilizan aproximadamente el 40% de la energía final de la Unión Europea y son causantes de producir elevadas cantidades de CO₂, uno de los llamados “gases invernadero”. (ENFORCE, 2010)

A nivel municipal, los edificios públicos se encuentran entre los mayores consumidores de energía, hasta un 60 % del consumo total de energía del Ayuntamiento de Barcelona-España.(Gestión de servicios ambientales, 2013)

Intensidad energética del sector residencial

Es interesante notar cómo la tendencia de la región latinoamericana y de sus países no presenta mejoras significativas durante los años evaluados, contrariamente a la Unión Europea, donde la tendencia decreciente de muchos países en términos de menor consumo energético por unidad de producto es evidente, particularmente a partir de 1996.(Altomonte, Coviello, & Lutz, 2003)

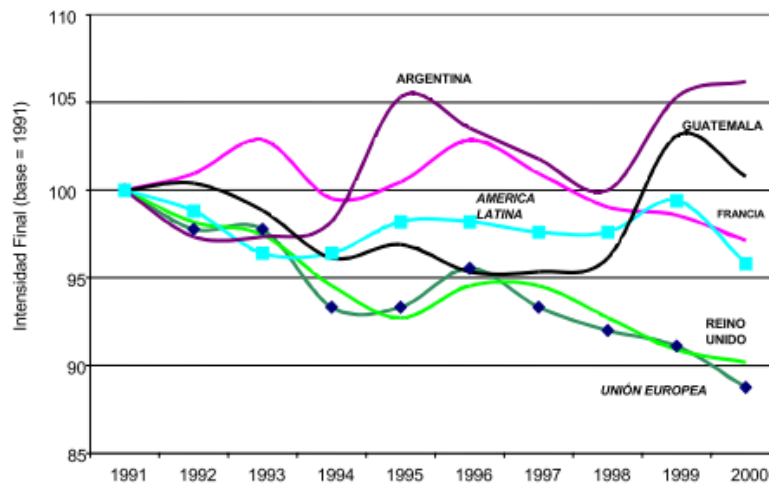


Gráfico 2. Comparación de Intensidad energética residencial en Europa y América Latina (consumo per cápita) (Altomonte et al., 2003)

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El presente estudio se realizará en las instalaciones del edificio ISSFA Matriz ubicado en la Provincia de Pichincha, cantón Quito, Sector Norte, Zona Ñaquito en las calles Jorge Drom N37-125 y José Villalengua.

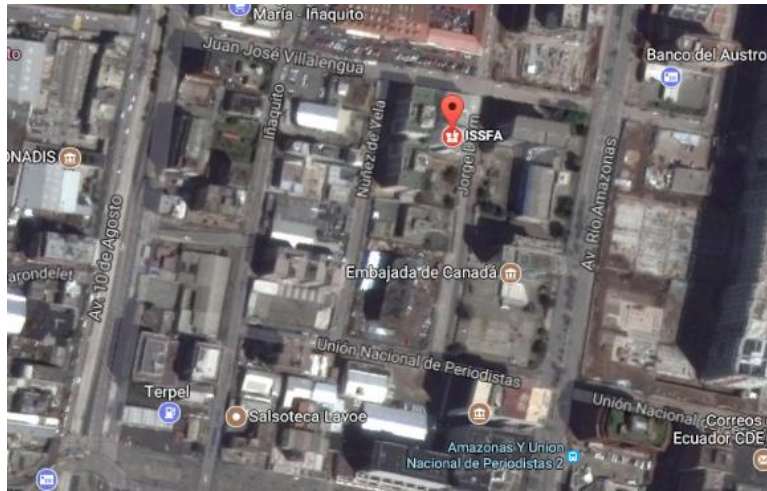


Gráfico 3. Imagen Satelital ubicación ISSFA (Autor, 2018)

Métodos:

Durante el desarrollo del presente trabajo se analizará los siguientes datos in situ:

Perfil de consumo de energía eléctrica

Se extraerá información de las facturas de consumo de energía eléctrica de un registro histórico desde enero 2014 a diciembre 2017, clasificando los datos por suministro existente en el edificio. Para esto se considerará todos los usuarios energéticos en el ISSFA. Los datos se conseguirán en Kwh. (Oficina Española de cambio climático, Ministerio de Agricultura, 2016).

Una vez identificado la información de consumo por facturas de consumo de energía eléctrica, se calculará al índice de consumo de energía eléctrica por ocupación promedio kwh/persona del 2017, se identificará las plantas de mayor consumo, se elaborará un inventario de usuarios eléctricos por planta con el fin de conocer cuál de ellos es el principal usuario y gestionar la optimización.

Calculo de la Huella de Carbono

La huella de carbono busca determinar la cantidad de GEI que son emitidos directa o indirectamente a la atmósfera cada vez que se realiza una acción determinada y que las empresas puedan disminuir los niveles de contaminación mediante un cálculo estandarizado de las emisiones.(Caicedo, 2014)

Es por tanto un inventario de GEIs, que se mide en toneladas de CO2 equivalente y que tiene en cuenta los seis tipos de gases considerados en el Protocolo de Kioto (CO2, CH4, N2O, PFCs, HFCs y SF6).

Existen varias metodologías para el cálculo de la huella de carbono, la más empleada es la NTE INEN ISO 14064:2010, en el Ecuador el INEN (Instituto Ecuatoriano de Normalización) aprobó la norma ISO 14064:2010 para el control, cuantificación, y

métodos de evaluación de elementos contaminantes; y procedimientos de reducción de los GEI desde el 2010; consta de tres partes sin embargo para el presente estudio se aplicará la primera parte:

- INEN-ISO 14064-1:2010 Gases de efecto invernadero. Parte 1: Especificación con orientación, a nivel de las organizaciones, para la cuantificación y el informe de las emisiones y remociones de gases de efecto invernadero. Especifica los principios y requisitos para la cuantificación y el informe de emisiones y remociones de gases de efecto invernadero (GEI) a nivel de organización que incluye requisitos para diseño, desarrollo, gestión, informe y/o verificación de un inventario de GEI de una organización. (INEN, 2010)

La huella de carbono que genera cada fuente de emisión es el resultado del producto del dato de consumo (dato de actividad) por su correspondiente factor de emisión:

$$\text{Huella de Carbono} = \text{Dato actividad} \times \text{Factor de emisión}$$

Dónde:

Dato Actividad= es el parámetro que define el nivel de la actividad generadora de las emisiones de gases de efecto invernadero. Por ejemplo, cantidad de energía utilizada (Kwh).

Factor Emisión= es la cantidad de gases de efecto invernadero emitidos por cada unidad del parámetro “dato de actividad”.

Para el cálculo de la huella de carbono de energía eléctrica en el edificio ISSFA, se aplicará la siguiente ecuación:

$$HC = DA \times Fe$$

Dónde:

DA= Consumo total CO₂eq por año = facturación mensual del consumo de energía eléctrica en el edificio ISSFA Matriz de los años 2014, 2015, 2016 y 2017

Fe= Factor de emisión de electricidad = 0.5062 KgCO₂/kWh (factor de emisión establecido en el Informe de factor de emisión de CO₂ del Sistema Nacional Interconectado del Ecuador elaborado por el Ministerio del Ambiente, MEER y CONELEC, 2013).

HC → Huella de Carbono (t CO₂).

En base a la norma INEN ISO 14064-1:2010, se establece como procedimiento de cálculo el siguiente:

1. Escoger el año de cálculo.
2. Establecer los límites de la organización y los operativos: decidir qué áreas se incluirán en la recolección de información e identificar las fuentes emisoras asociadas a las operaciones dentro de esas áreas.
3. Datos de actividad. Recopilar los datos de consumo (datos de actividad) de estas operaciones. En el presente trabajo se aplicará el Alcance 2 “emisiones indirectas debidas al consumo de electricidad. Consumo de electricidad en edificios.
4. Factores de emisión. Realizar los cálculos multiplicando los datos de actividad por los factores de emisión. Se aplicará el factor de emisión establecido en el Informe de factor de emisión de CO₂ del Sistema Nacional Interconectado del Ecuador elaborado por el Ministerio del Ambiente, MEER y CONELEC, 2013
5. Plan de optimización: Una vez que se conoce cuánto y dónde se emite, reflexionar sobre los puntos donde actuar para disminuir las emisiones. Esto quedará reflejado en un plan de optimización que incluirá las medidas que se prevé llevar a cabo, así como la cuantificación de la estimación de las acciones que conllevarían.(Ambiente, 2014)

Medición y evaluación de iluminación laboral en el edificio ISSFA Matriz

Para el presente trabajo se utilizó la metodología NOM 025 STPS para determinar los puntos de medición según la constante de salón y se tomó como referencia principal el “Reglamento de seguridad y salud de los trabajadores y mejoramiento del medio ambiente de trabajo” Decreto ejecutivo No 2393 Art 56 literal 2, el cual indica los niveles de iluminación recomendados para los planos de Trabajo

Ubicación de los puntos de medición:

El número mínimo de puntos de medición para evaluar el nivel de iluminación promedio se establece en función de Índice de área IC, que viene dada por X que es el largo del salón, Y el ancho y h la altura de las luminarias sobre el plano útil. Las áreas de trabajo se dividieron en zonas, según la siguiente tabla.

Relación entre el Índice de Área y el número de Zonas de Medición		
Índice de área	Número mínimo de zonas a evaluar	Número de zonas a considerar por la limitación
IC<1	4	6
1<IC<2	9	12
2<IC<3	16	20
3<IC	25	30

Tabla 1. Relación entre el Índice de Área y el número de Zonas de Medición (SECRETARÍA DEL TRABAJO Y PREVISIÓN SOCIAL, 2008)

La constante de salón IC, para establecer el número mínimo de puntos de medición, está dado por la ecuación siguiente:

$$IC = \frac{(x)(y)}{h(x + y)}$$

Dónde:

IC = Índice de área

x, y = dimensiones del área (largo y ancho), en metros.

h = altura de la luminaria respecto al plano de trabajo, en metros.

En donde x es el valor de índice de área (IA) del lugar, redondeado al entero superior, excepto que para valores iguales o mayores a 3 el valor de x es 4.

En pasillos o escaleras, el plano de trabajo por evaluar debe ser un plano horizontal a 75 cm ± 10 cm, sobre el nivel del piso. En el puesto de trabajo se debe realizar al menos una medición en cada plano de trabajo, colocando el luxómetro tan cerca como sea posible del plano de trabajo y tomando precauciones para no proyectar sombras ni reflejar luz adicional sobre el luxómetro.

Niveles de iluminación mínima para trabajos específicos y similares de acuerdo a la normativa ecuatoriana

“Todos los lugares de trabajo deberán estar dotados de suficiente iluminación natural o artificial, para que el trabajador pueda efectuar sus labores con seguridad” (Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo emitido mediante decreto ejecutivo 2393).

LEGISLACIÓN ECUATORIANA (Decreto Ejecutivo 2393)		
ILUMINACIÓN MÍNIMA	ACTIVIDADES	TRABAJOS ESPECÍFICOS Y SIMILARES A ISSFA
20 luxes	Pasillos, patios y lugares de paso	Corredores
50 luxes	Operaciones en las que la distinción no sea esencial como manejo de materias, desechos de mercancías, embalaje, servicios higiénicos	Bodegas
100 luxes	Cuando sea necesaria una ligera distinción de detalles como: fabricación de productos de hierro y acero, taller de textiles y de industria manufacturera, salas de máquinas y calderos, ascensores.	Subsuelos
200 luxes	Si es esencial una distinción moderada de detalles, tales como: talleres de metal mecánica, costura, industria de conserva, imprentas.	Centro de copiado
300 luxes	Siempre que sea esencial la distinción media de detalles, tales como: trabajos de montaje, pintura a pistola, tipografía, contabilidad, taquigrafía.	Escritorios de Oficina y Teclados.
500 luxes	Trabajos en que sea indispensable una fina distinción de detalles, bajo	Dispensario médico

	condiciones de contraste, tales como: corrección de pruebas, fresado y torneado, dibujo.	
1000 luxes	Trabajos en que exijan una distinción extremadamente fina o bajo condiciones de contraste difíciles, tales como: trabajos con colores o artísticos, inspección delicada, montajes de precisión electrónicos, relojería.	Cuarto de mantenimiento de equipos informáticos

Tabla 2. Niveles de iluminación mínimo para trabajos específicos en el ISSFA (Autor, 2018)

Para el desarrollo del estudio en el ISSFA, se eligió un nivel de iluminación necesario para cada área de trabajo, según la tarea desarrollada y su exigencia visual.

Análisis de datos

Se utilizaron diagramas de consumo de energía eléctrica tipo barras para representar el consumo anual adicional se utilizaron diagramas de Pareto para aplicar la Ley 80 – 20, que identifica el 20% de las causas que provoca el 80% de los efectos de cualquier fenómeno estudiado, en el presente estudio se lo aplicó para identificar los mayores usuarios energéticos en el edificio ISSFA Matriz.

Propuesta de optimización de acuerdo a la norma ISO 50001:2012

El propósito de esta norma internacional es facilitar a las organizaciones el establecer los sistemas y procesos necesarios, para mejorar su desempeño energético, incluyendo la eficiencia energética y el uso y el consumo de la energía. La implementación de esta norma internacional está destinada a conducir a la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero y de otros impactos ambientales relacionados, así como de los costes de la energía a través de una gestión sistemática de la energía. Esta norma es aplicable a organizaciones de todo tipo y tamaño, independientemente de sus condiciones geográficas, culturales o sociales. Su implementación exitosa depende del compromiso de todos los niveles y funciones de la organización y, especialmente, de la alta dirección.(INEN, 2012)

Para el desarrollo del plan de optimización se considerarán los siguientes puntos de la norma:

4.4. Planificación energética; 4.4.1 Generalidades: La planificación energética debe ser coherente con la política energética y debe conducir a actividades que mejoren de forma continua el desempeño energético.

4.4.6 Objetivos energéticos, metas energéticas y planes de acción para la gestión de la energía. Los planes de acción deben incluir:

- La designación de responsabilidades
- Los medios y los plazos previstos para lograr las metas individuales
- Una declaración del método mediante el cual debe verificarse la mejora del desempeño energético

- Una declaración para verificar los resultados

Los planes de acción deben documentarse y actualizarse a intervalos definidos.

RESULTADOS

Perfil de consumo de energía eléctrica

La obtención del consumo de energía eléctrica en Kwh se lo extrajo de los suministros existentes en el edificio ISSFA Matriz por plantas (Tabla 3), los cuales se encontraban descritos en las facturas de consumo de energía eléctrica. Adicional a través de una revisión de registros de talento humano se identificó las horas hombre trabajadas y la población mensual por cada año.

SUMINISTRO	PLANTA
1656605-5	Subsuelo 1, 2, 3
1090647-4	Planta Baja
1656426-5	Planta 1
1656598-9	Planta 2
1656599-7	Planta 3
1656600-4	Planta 4
1656601-2	Planta 5
1656602-0	Planta 6
1656603-9	Planta 7
1656604-7	Planta 8

Tabla 3. Lista de Suministros de consumo energético por planta. (Autor)

Los resultados obtenidos del análisis de información existente en el edificio ISSFA Matriz se presentan en la Tabla 4.

Año:	2014			2015			2016			2017		
Mes	Horas-hombre trabajadas anual	Personas	Consumo Kwh anual	Horas-hombre trabajadas anual	Personas	Consumo Kwh anual	Horas-hombre trabajadas anual	Personas	Consumo Kwh anual	Horas-hombre trabajadas anual	Personas	Consumo Kwh anual
Ene	160	249	8917	160	286	10786	176	301	9064	168	295	9150
Feb	152	252	9346	144	293	8185,9	160	297	10348	144	291	10594
Mar	176	250	8289	176	292	11632	168	301	9366	184	303	10294
Abr	168	254	11163	168	301	10627	176	297	10308	160	300	10138
May	168	251	10019	160	307	10435	176	294	10213	184	300	11090
Jun	176	253	9888	176	308	10798	168	299	10939	176	300	10558
Jul	168	260	8873	176	306	7743	184	296	11115	168	296	10317
Ago	176	257	9777	160	310	9283	168	296	10042	184	300	10195
Sep	176	267	9430	176	308	9457	176	295	10277	168	299	10522
Oct	168	268	8741	168	308	9815	184	286	11451	176	300	10867
Nov	152	293	8289	152	303	8624	160	292	10197	176	300	9174
Dic	160	291	9346	176	299	8630	176	287	11266	160	298	10904
Total	2000	3145	112078	1992	3621	116016	2072	3541	124586	2048	3582	123803

Tabla 4. Variables consideradas para el perfil de consumo de energía eléctrica. (Autor)

A fin de comprender el consumo de energía eléctrica se elabora el gráfico de consumo utilizando únicamente con los datos obtenidos de las facturas de consumo eléctrico en Kwh.

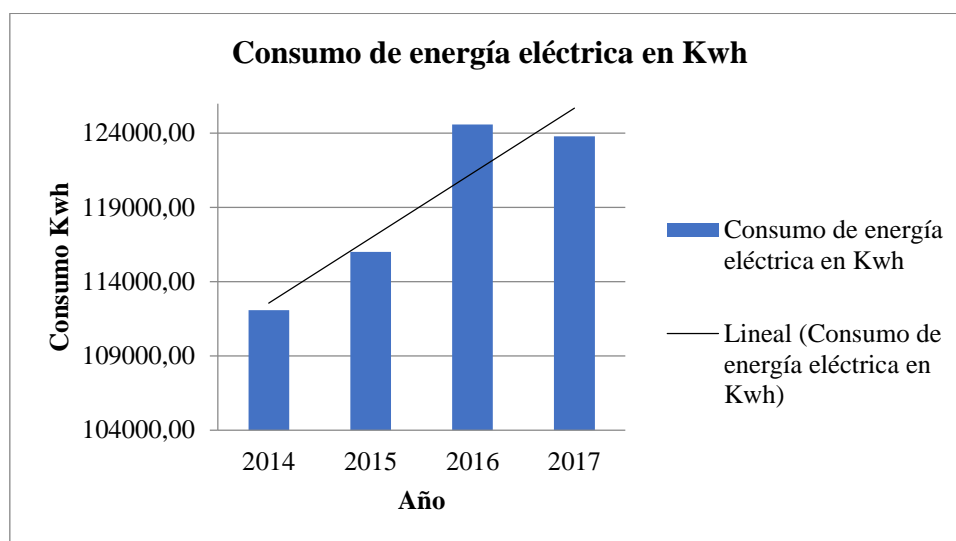


Gráfico 4. Consumo de energía eléctrica por Kwh ISSFA Matriz- (Autor)

En octubre 2017, se realiza un registro de ocupación por piso para conocer el indicador Kwh/persona anual. Para la presentación de este indicador se excluye los pisos subsuelos ya que los mismos son destinados para parqueaderos, el octavo piso área de gimnasio y séptimo piso área de auditorio y comedor considerando que estos dos últimos no son ocupaciones estables dados que la fluctuación de gente aumenta únicamente cuando se los utiliza. Los resultados se presentan en la tabla 5.

2017					
Planta	Suministro	Área	Consumo anual por piso (Kwh)	Ocupación promedio anual por piso (personas)	Indicador Kwh/persona
5	1656601-2	Dirección General	9497	17	558,65
1	1656426-5	Dirección de Salud	9467	35	270,49
6	1656602-0	Dirección de inversiones	6608	28	236,00
2	1656598-9	Dirección Financiera	9707	46	211,02
3	1656599-7	Coordinación Administrativa	9294	46	202,04
4	1656600-4	Agregadores de Asesoría y Control	7603	39	194,95
PB	1090647-4	Servicio al Cliente	17318	98	176,71

Tabla 5. Indicador de consumo de energía eléctrica por ocupación promedio- ISSFA Matriz 2017 (Autor)

La media del indicador de consumo de energía eléctrica Kwh/persona es 264,26 con un valor máximo de 558,65 valor mínimo de 176,1 y una desviación estándar de 133,34 Kwh/persona.

Considerando que en el presente estudio se pretende obtener un perfil de consumo de energía eléctrica y ya que no existe un registro de ocupación por piso para los años 2014, 2015 y 2016 que permita ubicar donde se centralizaba el consumo, se continuará

el análisis del perfil aplicando la información obtenida de las facturas de consumo de energía eléctrica en Kwh.

Con lo mencionado anteriormente (tabla 3) se presentan las gráficas 5, 6 y 7 referente al análisis de consumo de energía por suministro de cada una de las plantas del ISSFA Matriz.

2014

En el gráfico 5, se observa la distribución de consumo de energía eléctrica por piso, para el 2014 las plantas: suministro No. 1656605-5-planta subsuelo 1, 2, 3, suministro No. 1090647-4- Planta Baja, suministro No. 1656603-9 – Planta siete y suministro No. 1656600-4 – planta cuatro representan el 57% del consumo total de la energía eléctrica.

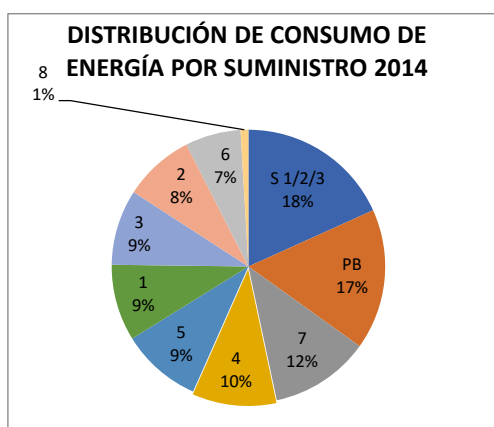


Gráfico 5. Distribución de consumo en Kwh por planta - ISSFA 2014(Autor)

2015

En el gráfico 6, se observa la distribución de consumo de energía eléctrica por piso, para el 2015 las plantas: suministro No. 1656605-5-planta subsuelo 1, 2, 3, suministro No. 1090647-4- Planta Baja, suministro No. 1656603-9 – Planta siete y suministro No. 1656601-2– planta cinco representan el 57% del consumo total de la energía eléctrica.

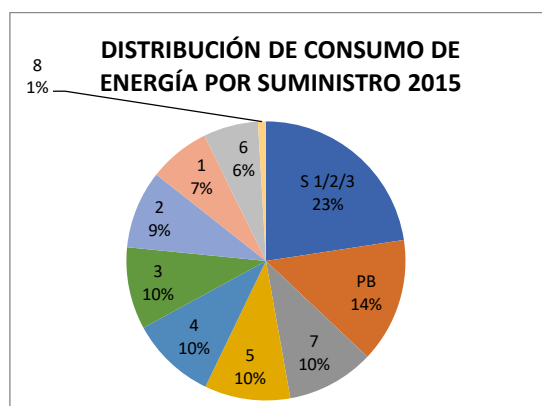


Gráfico 6. Distribución de consumo en Kwh por planta - ISSFA 2015(Autor)

2016

En el gráfico 7, se observa la distribución de consumo de energía eléctrica por piso, para el 2016 las plantas: suministro No. 1656605-5-planta subsuelo 1, 2, 3, suministro No. 1090647-4- Planta Baja, suministro No. 1656603-9 – Planta siete y suministro No. 1656598-9– planta dos representan el 62% del consumo total de la energía eléctrica.

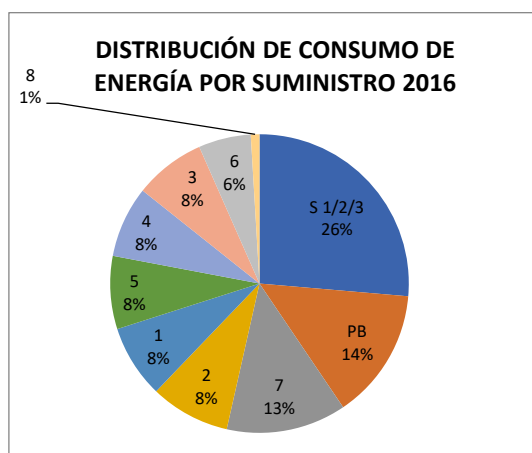


Gráfico 7. Distribución de consumo en Kwh por planta - ISSFA 2016 (Autor)

2017

En el gráfico 8, se observa la distribución de consumo de energía eléctrica por piso, para el 2017 las plantas: suministro No. 1656605-5-planta subsuelo 1, 2, 3, suministro No. 1090647-4- Planta Baja, suministro No. 1656603-9 – Planta siete y suministro No. 1656598-9– planta dos representan el 64% del consumo total de la energía eléctrica.

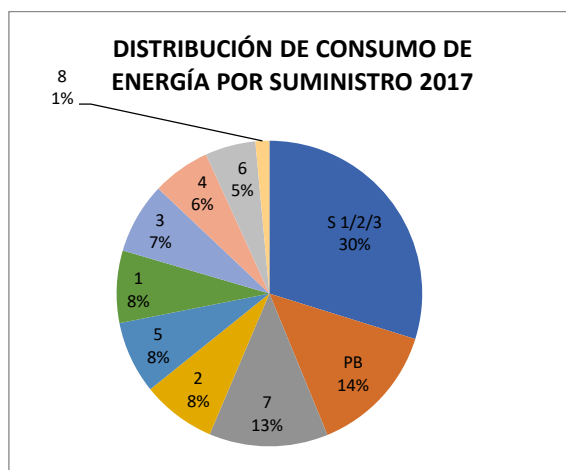


Gráfico 8. Distribución de consumo en Kwh por planta - ISSFA 2017(Autor)

De acuerdo con los valores facturados al ISSFA para el periodo evaluado (Ene 2014-Dic 2017), los suministros No. 1656605-5-planta subsuelos, suministro No. 1090647-4-Planta Baja y suministro No. 1656603-9 – Planta siete, utilizan en promedio el 60% del consumo total de energía eléctrica del edificio ISSFA Matriz en los 4 años evaluados.

Dado que las tres plantas antes mencionadas concentran el principal consumo de energía eléctrica, se identificó el inventario de los usuarios energéticos por cada una de ellas (Tabla 6), para esto se hizo un levantamiento de equipos in situ y se los organizo en seis

grupos de usuarios relacionándolos por el servicio y uso en el edificio ISSFA Matriz, estos grupos son: Equipos de digitalización (copiadora, scanner, impresora), Equipo informático (Laptop, CPU, monitor), iluminación (fluorescentes, led, reflector, ahorrador, ojos de buey), refrigeración (refrigerador, congelador), equipo de acondicionamiento climático (calefactor, ventilador) y otros usuarios (microondas, cafetera, dispensador de agua). El registro de consumo de energía eléctrica de los usuarios referidos anteriormente se lo obtuvo identificando la potencia de los equipos y las horas de uso en octubre/2017.

USUARIOS	PLANTA BAJA No. 1090647-4 Kwh/Mes		PLANTA SIETE No. 1656603-9 Kwh/Mes		SUBSUELOS No. 1656605-5 Kwh/Mes	
ILUMINACION	487,62	29%	815,14	74%	1658,28	93%
REFRIGERACIÓN	140	8%	59,4	5%	46,2	3%
EQUIPOS INFORMÁTICOS	616,6	37%	30,32	3%	27	2%
ACONDICIONAMIENTO CLIMÁTICO	240	14%	0	0%	40	2%
EQUIPOS DE DIGITALIZACION	83,5	5%	0	0%	0	0%
OTROS USUARIOS	117,78	7%	190,58	17%	15,4	1%
	1685,5	100%	1095,44	100%	1786,88	100%

Tabla 6. Principales usuarios de energía eléctrica identificados en ISSFA Matriz 2017 (Autor 2018)

Los usuarios energéticos del suministro No. 1656605-5 perteneciente a subsuelo registran el mayor consumo de todo el edificio con 1786,88 Kwh/mes, en los gráficos 9, 10, 11 se muestra los diagramas de Pareto para analizar la distribución de los principales usuarios por los suministros de planta subsuelo, planta baja y planta siete que concentraron el principal consumo de energía eléctrica.

Pareto de usuarios energéticos de Subsuelo

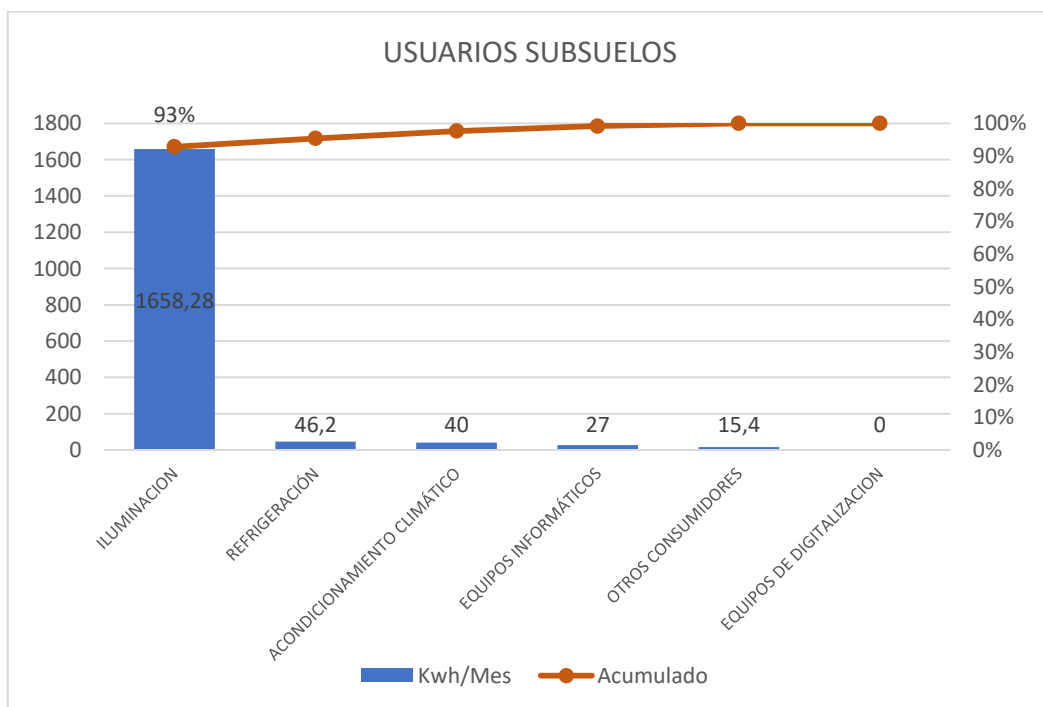


Gráfico 9. Pareto de usuarios de consumo energético de Subsuelos (Autor, 2018)

En la planta subsuelos el principal usuario de energía eléctrica es la iluminación con 1658,28 Kwh/Mes representando el 93% del consumo total de energía eléctrica de subsuelos.

Pareto de usuarios energéticos de Planta Baja

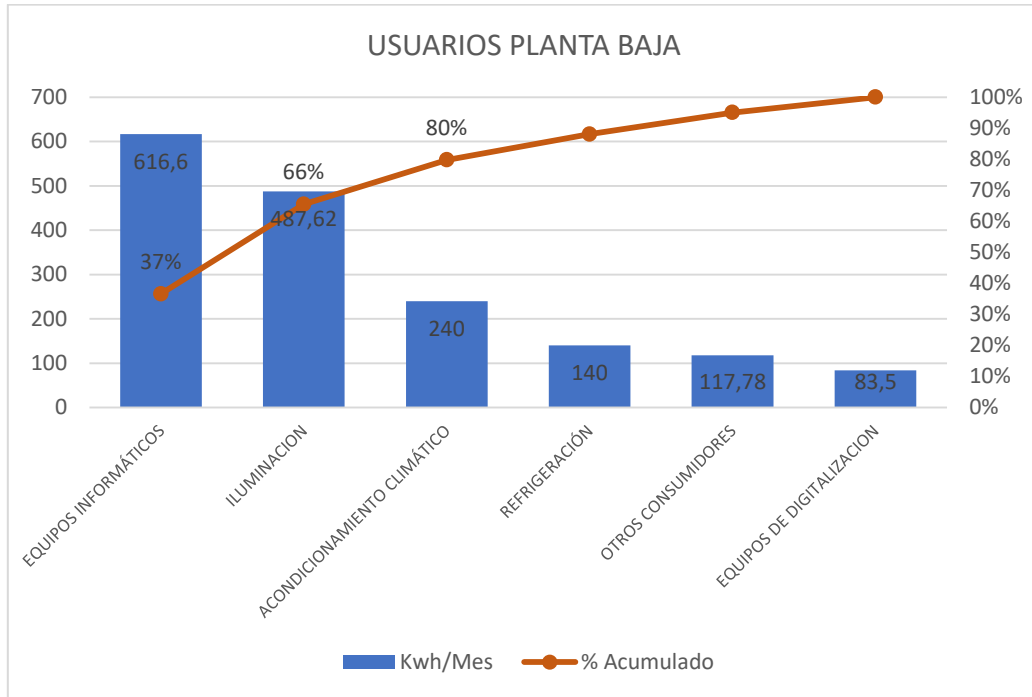


Gráfico 10. Pareto de usuarios de consumo energético de Planta Baja (Autor, 2018)

En planta baja el principal usuario de energía son los equipos informáticos con 616,6 (37%) Kwh/Mes en segundo lugar la iluminación con el 487,62 (Kwh/Mes y en tercero los equipos de acondicionamiento con 240 Kwh/Mes representando entre estos tres el 80% del consumo de energía eléctrica de la planta baja.

Pareto de usuarios energéticos de Planta Siete

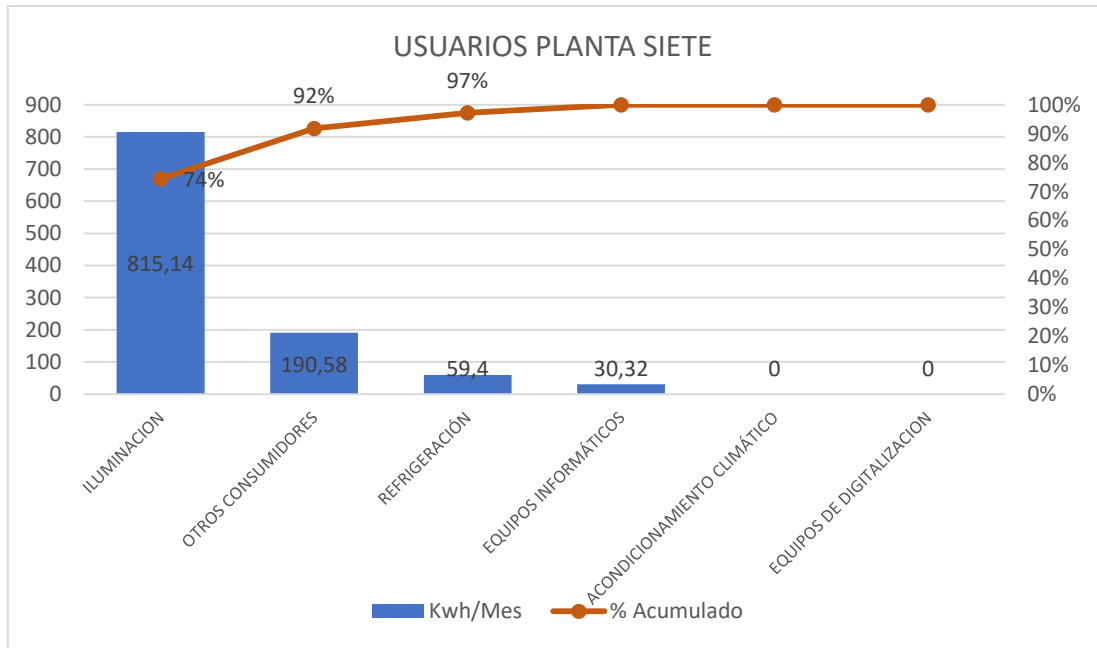
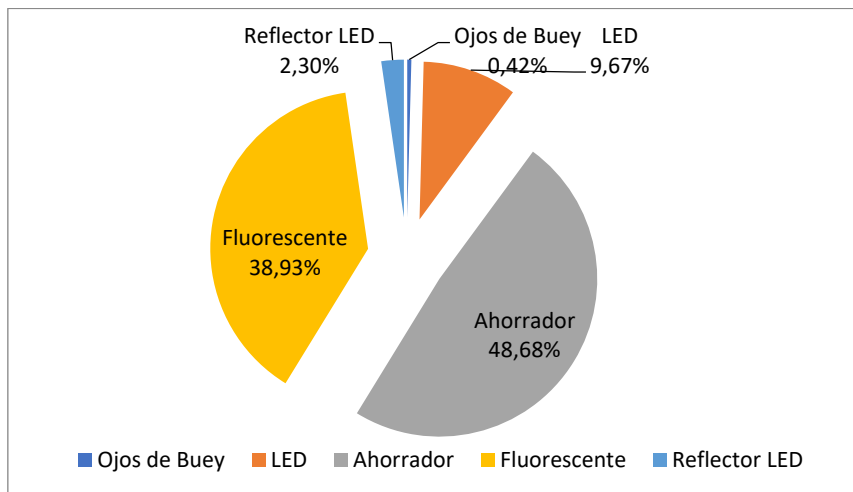


Gráfico 11. Pareto de usuarios de consumo energético de Planta Siete (Autor, 2018)

En la planta siete el principal usuario de energía es la iluminación con 815,14 Kwh/Mes en segundo lugar otros consumidores con 190,58 Kwh/Mes y en tercero los equipos de refrigeración con 59,4 Kwh/Mes representando entre estos tres el 97% del consumo de energía eléctrica de la planta siete.

Matriz de resultados de iluminación y comparación de los niveles mínimos de acuerdo al decreto ejecutivo No. 2393

Dado que la iluminación es el mayor usuario de energía eléctrica en la planta subsuelos, planta siete y el segundo usuario principal en planta baja se investiga que tipo de luminaria se está utilizando en las plantas mencionadas anteriormente a fin de conocer el uso de energía eléctrica por tipo de luminaria. Los resultados se representan en la gráfica 12.



Gráfica No. 12. Consumo energético por tipo de luminaria (Autor, 2018)

El principal tipo de luminaria es el foco ahorrador con consumo de 48,68% seguido de los fluorescentes con 38,93%.

Matriz de resultados de iluminación y comparación de los niveles mínimos de acuerdo al decreto ejecutivo No. 2393

Los resultados de medición en las plantas: subsuelos, planta baja y planta siete fueron los siguientes:

PLANTA SUBSUELOS					
Categoría	Puntos de medición	Promedio de iluminación Luxes	Límite recomendado Luxes	Cumplimiento	Tipo de luminaria
Subsuelo 1	48	100	100	Si cumple	Fluorescente
Subsuelo 2	108	89	100	No cumple	Fluorescente
Subsuelo 3	555	95	100	No cumple	Fluorescente

Tabla 7. Resultados de iluminación de planta subsuelos (Autor, 2018)

En subsuelos la actividad principal es la circulación de vehículos debido a que el espacio disponible es destinado para los parqueaderos y vías de paso, dentro de la norma ecuatoriana “Reglamento de seguridad y salud de los trabajadores y mejoramiento del medio ambiente de trabajo” Decreto ejecutivo No 2393 el límite mínimo recomendado para esta actividad es 100 luxes después de la medición de iluminación en subsuelo 1 se registró en promedio un nivel de iluminación de 100 luxes en subsuelo 2 registró en promedio un nivel de iluminación de 89 luxes y en subsuelo 3 se registró 95 luxes. En el subsuelo 2 y subsuelo 3 no se cumple con la norma ecuatoriana.

Los resultados en planta baja muestran que:

PLANTA BAJA					
Categoría	Puntos de medición	Promedio de iluminación Luxes	Límite recomendado Luxes	Cumplimiento	Tipo de luminaria
Puestos de trabajo	93	187	300	No cumple	Ahorrador/ led
Ventanilla	30	283	300	No cumple	Fluorescente
Lugar de paso	129	181	20	Si cumple	Ahorrador
Baño	12	46	50	No cumple	Ojos de buey
Garita	3	155	200	No cumple	Ahorrador

Tabla 8. Resultados de iluminación de planta baja (Autor, 2018)

En planta baja, se realizan actividades administrativas en referencia a la norma ecuatoriana “Reglamento de seguridad y salud de los trabajadores y mejoramiento del medio ambiente de trabajo” Decreto ejecutivo No 2393 el nivel de iluminación recomendado es 300 luxes, en los puestos de trabajo el nivel de iluminación promedio

es 187 lo que representa un riesgo para la salud de los trabajadores ya que niveles muy bajos de iluminación dificultan el desarrollo de las actividades y exige a los trabajadores un sobre esfuerzo de la vista y posturas forzadas.

PLANTA SIETE					
Categoría	Puntos de medición	Promedio de iluminación Luxes	Límite recomendado Luxes	Cumplimiento	Tipo de luminaria
Auditorio	36	353	200	Si cumple	Fluorescente
Cabina de control	3	125	100	Si cumple	Led
Comedor	21	110	200	No cumple	Ahorrador
Cocina	15	165	200	No cumple	Ahorrador
Baño	3	48	50	No cumple	Ojo de buey

Tabla 9. Resultados de iluminación de planta siete (Autor, 2018)

En planta siete, de las cinco categorías evaluadas el comedor, cocina y baño no cumplen con los niveles mínimos exigidos por el decreto ejecutivo No. 2393.

Cálculo de la huella de carbono

En el presente trabajo se aplicará el Alcance 2 “emisiones indirectas debidas al consumo de electricidad. Consumo de electricidad en edificios.

Los resultados de la huella de carbono generada por consumo de energía eléctrica en el edificio ISSFA Matriz se representan en la tabla No. 10

AÑO BASE	Consumo anual (Kwh)	Emisiones GEI (T CO₂e)	%
2014	112.078,0	56,7339	23,52%
2015	116.015,9	58,7272	24,35%
2016	124.586,0	63,0654	26,15%
2017	123.803,0	62,6691	25,98%
TOTAL	352.679,9	241,1956	100%

Tabla No. 10 TCO₂e generadas en el edificio ISSFA Matriz (Autor)

La huella de carbono del edificio ISSFA Matriz desde enero de 2014 tiende a incrementar.

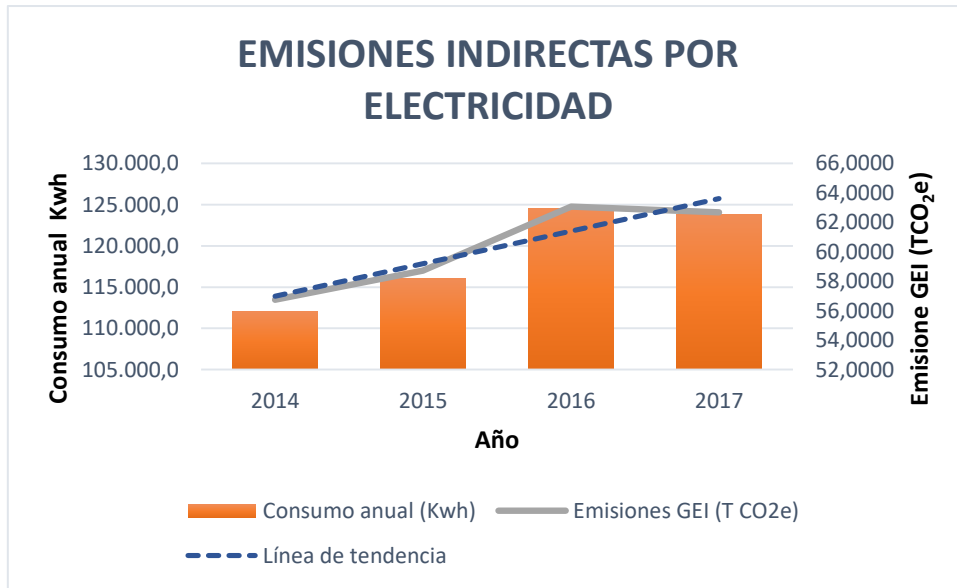


Gráfico No. 13 Emisiones de GEI (TCO₂e) por consumo de energía eléctrica en edificio ISSFA Matriz (Autor, 2018)

Plan de optimización

Una vez realizado el diagnóstico se ha obtenido el detalle del consumo de energía eléctrica más la huella de carbono, con estos resultados se observa que en el edificio ISSFA Matriz existen oportunidades de mejora lo que justifica el desarrollo de una propuesta de plan de optimización.

En referencia a los puntos 4.4. Planificación energética; 4.4.1 Generalidades y 4.4.6 Objetivos energéticos, metas energéticas y planes de acción de la norma ISO 50001:2012 para la gestión de la energía. Se ha propuesto el siguiente plan de optimización.

ETAPA I PLAN DE OPTIMIZACIÓN									
INICIO:	Abril 2018		FIN:	Octubre 2018					
PRESUPUESTO:	No se requiere inversión, se trabaja con recursos existentes en la empresa a través de la autogestión								
OBJETIVO:	Disminuir el consumo de energía eléctrica y la huella de carbono en el edificio ISSFA Matriz en al menos el 20% con el desarrollo de políticas internas que regulen el uso responsable del recurso.								
OPORTUNIDAD DE MEJORA	RECURSO	RESPONSABLE	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE
Definir equipo líder	Humano	Director General	x						

de control de consumo energético									
Elaboración, aprobación e implementación de política de consumo energético	Humano	Director General / Representante de la dirección	x						
Elaboración de manual de gestión de consumo de energía eléctrica	Humano	Representante de la dirección / Analista de seguridad y ambiente		X					
Implementación de política de ambiental en la política del ISSFA	Humano	Representante de la dirección / Analista de seguridad y ambiente		x					
Levantamiento de planos de iluminación junto con un inventario detallado de la cantidad de luminarias.	Humano	Administrador de edificio	x	x					
Realizar recorridos matutinos y determinar los sectores de la oficina que no requieren luminarias en el día para determinar horarios de encendido y apagado	Humano	Analista de seguridad y ambiente de la empresa	x	x	x	x	x		
Llevar a cabo un programa de mantenimiento mensual al sistema de iluminación general.	Humano	Administrador del edificio				x	x		
Apagar las luces de los puestos de trabajo que no se estén utilizando	Humano	Oficial de guardia	x	x	x	x	x	x	x
Identificar tiempo de vida útil del equipo informático	Humano	Técnico de mantenimiento de equipos				x	x		

Promover campañas para disminuir el uso de ascensores y usar las escaleras de servicio	Humano Económico	Analista de seguridad y ambiente							x	x
Difusión de los controles para el consumo energético	Humano	Analista de seguridad y ambiente / Representante por la dirección				x	x			
Se recomienda desactivar los modos de protector de pantalla en todos los equipos de cómputo que tengan esta opción.	Humano	Técnico de mantenimiento de equipos				x	x			
Activar la herramienta ahorro de energía en los equipos que cuenten la opción.	Humano	Técnico de mantenimiento				x	x			
Registro mensual de consumo kwh por suministro	Humano Tecnológico	Asistente administrativo de logística	x	x	x	x	x	x	x	x
Auditoría interna de consumo de energía eléctrica semestral	Humano	Analista de seguridad y ambiente / Representante por la dirección								x
Mantener un registro de las acciones cumplidas	Humano	Representante por la dirección								x

Tabla No. 11 Etapa I Plan de Optimización (Autor, 2018)

ETAPA II PLAN DE OPTIMIZACIÓN			
INICIO:	Noviembre 2018	FIN:	Junio: 2019
PRESUPUESTO :	\$ 20000		
OBJETIVO:	Disminuir los costos generados por el pago de servicio de energía eléctrica al menos en un 20% a través de cambio de tecnología y adecuación de las instalaciones.		

OPORTUNIDAD	RECURSO	RESPONSABLE	COSTO	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO
Sustitución de luminarias tipo ahorradores y fluorescentes por Led	Económico	Jefe de Logística / Administrador del edificio / Jefe de Compras públicas	2000	X	X	X					
Instalar sensores de iluminación en los baños.	Económico	Jefe de Logística / Administrador del edificio / Jefe de Compras públicas	1000	X	X		X				
Sustituir equipo informático en mal estado	Económico	Jefe de la UTIC / Jefe de Compras públicas / Jefe de activos fijos	7000	X	X			X			
Sustituir los tres motores de los ascensores por motores de alta eficiencia	Económico	Jefe de Logística / Administrador del edificio / Jefe de Compras públicas	3000	X	X				X		
Sustituir impresoras por otras más eficientes	Económico	Jefe de Logística / Administrador del edificio / Jefe de Compras públicas	2000	X	X					X	
Actividades de formación y capacitación	Económico	Analista de capacitación / Jefe de Talento Humano / Analista de seguridad y ambiente	2000	X			X		X		X
Establecer mecanismos de medición de los aspectos energéticos significativos. Incluida iluminación	Humano Técnico Económico	Analista de seguridad y ambiente / Jefe de Compras públicas	3000	X	X						X

Auditoría interna de consumo de energía eléctrica semestral	Humano	Representante por la dirección	0									X
TOTAL:			\$20000									

Tabla No. 12 Etapa II Plan de Optimización (Autor, 2018)

DISCUSIÓN

Durante el estudio del consumo de energía eléctrica en el edificio ISSFA Matriz y cálculo de la huella de carbono generada, se analizó la metodología aplicada por parte de los países desarrollados en donde se puede apreciar que están avanzados con la temática ambiental y algunos de los países de América Latina que han empezado a trabajar en el tema, todo esto pese a la necesidad de dar a la eficiencia energética y a las energías renovables mayor importancia en las políticas públicas en el país y en los países de la región, lo que hasta ahora no se ha podido integrar y por lo tanto existe retraso en incorporar patrones de desarrollo sustentable, las tendencias de consumo de energía eléctrica del sector residencial-comercial en América Latina tiende a aumentar, mientras que en la Unión Europea con el tiempo ha empezado a disminuir, esto se diferencia principalmente por la cultura y compromisos que se han inculcado en la población de la Unión Europea. En países como Chile y Colombia después de una auditoría a las edificaciones coincidió en que el consumo de energía eléctrica se centra en los sistemas de iluminación, igual que a los resultados de consumo de energía identificados en el ISSFA por lo que los planes de gestión deben enfocarse en optimizar los mismos lo que representaría un costo de inversión para las edificaciones que ya están funcionando y para los proyectos inmobiliarios.

La norma ISO 14064-1:2010 permite aplicar un procedimiento sencillo para identificar la huella de carbono generada por los edificios los cuales son consumidores de energía eléctrica, considerando la era de sostenibilidad ambiental es importante que todas las edificaciones públicas y privadas realicen la identificación del consumo de energía eléctrica y cálculo de la huella de carbono a fin de obtener datos estadísticos de los gases de efecto invernadero generados indirectamente por los usuarios de este tipo de energía y no únicamente por los productores de la misma, a través de esto se puede implementar políticas públicas que promuevan el compromiso con el ambiente, promuevan proyectos inmobiliarios con criterios de sostenibilidad y se generen mecanismos de sanción o recompensa dentro de planes de buenas prácticas ambientales.

De acuerdo a la norma ISO 14064-1:2010, para obtener el cálculo real de la huella de carbono generada y realizar gestión energética en edificios, se debe aplicar el enfoque de ciclo de vida es decir desde la fase de construcción, además se debe considerar el ciclo de consumo energético desde su fuente de origen, producción, distribución y uso, pese a esto la evaluación del consumo energético en el ISSFA permitió identificar que la generación de la huella de carbono tiende a aumentar y que el principal usuario de energía eléctrica es la iluminación y no únicamente los equipos informáticos. La iluminación en el ISSFA durante el periodo evaluado que fue enero 2014 a diciembre

2017 representó el costo principal y luego de aplicar las mediciones ambientales se determinó que el servicio de iluminación existente no es eficiente pese a la gran cantidad de luminarias que existen en los puestos de trabajo, la distribución y tipo de luminarias no proporciona los niveles mínimos exigidos por la legislación en seguridad y salud ocupacional para garantizar ambientes saludables de trabajo, siendo esto un indicador para la implementación de un plan de optimización no solo para los proyectos de construcción sino también para el funcionamiento de los edificios. El plan de optimización no busca reducir el consumo de energía eléctrica y la huella de carbono generada a través de políticas de restricción en el uso y consumo de energía eléctrica, más bien pretende realizar mejoras a través de la implementación de una política ambiental considerada como un valor organizacional que involucre la innovación de tecnología, formación del personal de servidores públicos, campañas ambientales, herramientas informáticas y registro de estadísticas e indicadores de gestión, mencionada política y plan de optimización involucra a todos los niveles del edificio ISSFA Matriz.

CONCLUSIONES

- El perfil de consumo de energía eléctrica realizado a partir del análisis de las facturas de consumo de energía eléctrica del ISSFA desde enero 2014 a diciembre 2017, demostró que el suministro subsuelos No. 1656605-5, suministro planta baja No. 1090647-4 y suministro planta siete No. 1656603-9, utilizan en promedio el 60% del consumo total de energía eléctrica del edificio ISSFA Matriz.
- La identificación del perfil de consumo de energía eléctrica a través del análisis de las facturas de consumo energético arrojó que el suministro No. 1656605-5 perteneciente a subsuelos uno, dos y tres, concentra el mayor consumo de energía eléctrica de todo el edificio ISSFA Matriz con 1786,88 Kwh/ mes.
- La identificación del perfil de consumo de energía eléctrica muestra que la iluminación es el mayor usuario de energía eléctrica en la planta siete con 815,14 Kwh/mes correspondiente al 74%, en los subsuelos uno, dos y tres con 1658,28 Kwh/mes representando el 93% y es el segundo usuario principal en planta baja con 487,62 Kwh/mes con el 29% del consumo de esa planta. De este análisis se realizó un estudio del tipo de luminaria existente en cada una de las plantas determinando que las luminarias tipo ahorrador representan el 48,68% seguido por la luminaria tipo fluorescente con el 38,93% del consumo de energía eléctrica destinado a la iluminación.
- A través del estudio de iluminación como parte del perfil de consumo de energía eléctrica se identificó que los niveles de iluminación existentes en la planta subsuelos uno (100 luxes), dos (89 luxes) y tres (95 luxes) en comparación con la iluminación mínima establecida en el Decreto Ejecutivo No. 2393 que son 100 luxes no cumple con la norma ecuatoriana para estacionamientos. En la planta baja se registró un promedio de iluminación de 187 luxes en comparación con la iluminación mínima establecida en el Decreto Ejecutivo No. 2393 que son 300 luxes

la planta baja no cumple con la norma ecuatoriana y finalmente en planta siete de las cinco categorías evaluadas el comedor, cocina y baño no cumplen con los niveles mínimos exigidos por el decreto ejecutivo No. 2393. Pese que la iluminación es el principal usuario energético, la misma no es eficiente y no proporciona seguridad y confort en los puestos de trabajo y áreas de las tres plantas priorizadas.

- Se analizó la Huella de carbono anual del edificio ISSFA Matriz desde el 2014 al 2017, aplicando los criterios de la Norma ISO 14064-1:2010 las emisiones de Gases de efecto invernadero GEI (Tco_{2e}) para el 2014 fueron 112.078 Tco_{2e}, en el 2015 se obtuvo 116.015,9 Tco_{2e}, para el 2016 se generó 124.586 Tco_{2e} y para el 2017 se registró una huella de carbono de 123.803 Tco_{2e}. Las emisiones de GEI desde el 2014 hasta diciembre de 2017 tienden a aumentar por lo que la elaboración de un plan de optimización para reducir la huella de carbono y el consumo de energía eléctrica es necesario.
- Se elaboró una propuesta de optimización aplicando los criterios de la norma NTE INEN ISO 50001:2012 puntos 4.4. Planificación energética; 4.4.1 Generalidades y 4.4.6 Objetivos energéticos, metas energéticas y planes de acción la misma que abarca dos etapas, la primera enfocada a disminuir el consumo de energía eléctrica y la huella de carbono de la organización con el establecimiento de políticas internas de gestión energética y la segunda etapa enfocada a disminuir los costos generados por el pago de servicio de energía eléctrica a través de cambio de tecnología y adecuación de las instalaciones.

RECOMENDACIONES

- Realizar el levantamiento de la línea base, para la gestión de energía en el ISSFA con el apoyo de un equipo multidisciplinario y aplicando los hallazgos del perfil de consumo de energía eléctrica.
- Estandarizar el tipo de luminaria para el edificio ISSFA Matriz, considerando criterios de ubicación- distribución, durabilidad, intensidad luminosa y consumo de energía eléctrica. A fin de garantizar niveles de iluminación acorde a lo exigido en el decreto ejecutivo No. 2393 sin representar un costo excesivo para el ISSFA.
- Implementar el plan de optimización de consumo de energía eléctrica en el edificio ISSFA Matriz, acorde a los lineamientos establecidos por las normas NTE INEN ISO 50001:2012, tratados y acuerdos internacionales a favor de la reducción de la Huella de Carbono.
- Elevar el presente trabajo de investigación a la comunidad científica a fin de que sea un insumo para establecer políticas públicas que exijan el cumplimiento de las normas de eficiencia energética por parte de las edificaciones con fines residenciales y comerciales.

BIBLIOGRAFIA

1. Agencia Chilena de Eficiencia Energética. (2012). Manual de Gestor Energético. Sector Público, I.
2. Altomonte, H., Coviello, M., & Lutz, W. F. (2003). *Energías renovables y eficiencia energética en América Latina y el Caribe. Restricciones y perspectivas. (in Spanish)*. CEPAL - Serie Recursos Naturales e Infraestructura. Retrieved from http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/6426/S039642_es.pdf
3. Ambiente, M. de A. A. y M. (2014). Huella de carbono de una organización, 3.
4. Asmal, G. (2015). APLICACIÓN METODOLÓGICA PARA LA MEDICIÓN DE EMISIONES DE CO2 RESPETO A LA HUELLA DE CARBONO EN LA UTE SEDE SANTO DOMINGO. UTE, 18. Retrieved from [http://www.serviciometeorologico.gob.ec/wp-content/ForosClimaticos/Foros Nacionales/2015/II Foro/CAMBIO CLIMATICO \(UTE\).pdf](http://www.serviciometeorologico.gob.ec/wp-content/ForosClimaticos/Foros Nacionales/2015/II Foro/CAMBIO CLIMATICO (UTE).pdf)
5. Baca, J. C. (2014). Informe del inventario de emisiones de gases de efecto invernadero. Sector Energía, 8. Retrieved from http://www.quitoambiente.gob.ec/images/M_images/documentos/cambio_c/0. Inventario GEI DMQ 2011-Resumen Ejecutivo.pdf
6. Caicedo, G. (2014). Huella Ecológica y de Carbono.
7. ENFORCE. (2010). Guía Práctica sobre Ahorro y Eficiencia Energética en Edificios. Retrieved from <http://cecu.es/publicaciones/guia enforce.pdf>
8. Gálvez, N. (2016). *APLICACIÓN DE LA NORMA ISO 14064-1 PARA CUANTIFICAR EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO EN AEROFUMIGACIÓN*. Retrieved from <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/15289/1/APLICACION DE NORMAS ISO14064-1 PARA CUANTIFICAR EMISIONES DE GASES.pdf>
9. Gestión de servicios ambientales. (2013). Ahorro Energético en Edificios Públicos, 36. Retrieved from http://www.euronet50-50max.eu/images/news/es/Technical_documents/EURONET_Edificios_públicos_final_ESP_16042015.pdf
10. Hernández, M. (2015). *Determinación de la Huella de carbono de la empresa TRECX. Cia. Ltda. PINTULAC*.
11. Ihobe S.A. (2012). GUÍA METODOLÓGICA para la aplicación de la norma UNE-ISO 14064-1:2006 para el desarrollo de inventarios de Gases de Efecto Invernadero en organizaciones, 106.
12. INEN. NTE INEN-ISO 14064-1:2010. GASES DE EFECTO INVERNADERO - PARTE 1: ESPECIFICACIÓN CON ORIENTACIÓN, A NIVEL DE LAS ORGANIZACIONES, PARA LA CUANTIFICACIÓN Y EL INFORME DE LAS EMISIONES Y REMOCIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO (2010). Retrieved from http://www.normalizacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/NORMAS_2014/KCA/12092014/nte_inen_iso_14064_1extracto.pdf
13. INEN. (2012). NTE INEN-ISO 50001:2012.
14. Macías, M., García, J., & Navarro, J. (2010). Metodología y herramienta VERDE para la evaluación de la sostenibilidad en edificios. *Informes de La Construcción*, 62(517), 87–100. <http://doi.org/10.3989/ic.08.056>
15. Martínez, J., & Fernández, A. (2004). Cambio climático una visión desde México. Retrieved from http://fec-chiapas.com.mx/sistema/biblioteca_digital/cambio-climatico.pdf#page=27
16. Ministerio de Minas y Energía. (2016). PLAN DE ACCIÓN INDICATIVO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA 2017 -2022. Retrieved from

http://www1.upme.gov.co/DemandaEnergetica/MarcoNormatividad/PAI_PROURE_2017-2022.pdf

17. Ministerio del Ambiente, Ministerio de Electricidad y Energía Renovable, CONELEC, C. (2013). FACTOR DE EMISIÓN DE COS₂ DEL SISTEMA NACIONAL INTERCONECTADO DEL ECUADOR, 24.
18. Montero, P. (2015). *AUDITORÍA ENERGÉTICA DE LA FABRICA ACRILUX S.A.*
19. Muñoz, C., Zaror, C., Saelzer, G., & Cuchi, A. (2012). Estudio del flujo energético en el ciclo de vida de una vivienda y su implicancia en las emisiones de gases de efecto invernadero, durante la fase de construcción Caso Estudio: Vivienda Tipología Social. Región del Biobío, Chile. Retrieved from <https://scielo.conicyt.cl/pdf/rconst/v11n3/art11.pdf>
20. Oficina Española de cambio climático, Ministerio de Agricultura, A. y M. A. (2016). GUÍA PARA EL CÁLCULO DE LA HUELLA DE CARBONO Y PARA LA ELABORACIÓN DE UN PLAN DE MEJORA DE UNA ORGANIZACIÓN. *OECC*, 1(3), 61. Retrieved from http://www.mapama.gob.es/es/cambio-climatico/temas/mitigacion-politicas-y-medidas/guia_huella_carbono_tcm7-379901.pdf
21. ONUDI. (2014). Implementación de un Sistema de Gestión de la Energía. *ONU*.
22. Puyol, O. (2013). *APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE CÁLCULO DE LA HUELLA DE CARBONO A LA EMPRESA ELÉCTRICA QUITO 2012*.
23. Ramírez De Arellano, A., Doctorando, A., & Guzmán, J. S. (2010). Evaluación de la huella ecológica del sector edificación (uso residencial) en la comunidad andaluza. Retrieved from http://fondosdigitales.us.es/media/thesis/2051/Q_Tesis_SOL.pdf
24. SECRETARIA DEL TRABAJO Y PREVISIÓN SOCIAL. (2008). NORMA Oficial Mexicana NOM-025-STPS-2008, Condiciones de iluminación en los centros de trabajo. Retrieved from <http://www.stps.gob.mx/bp/secciones/dgsst/normatividad/normas/Nom-025.pdf>