

**Diagnóstico del programa de uso racional y eficiente de la energía para la sede p de la
Universidad ECCI**

Elaborado por:

Jefrey Stuar Ariza Martinez

Presentado a:

Oficina de gestión ambiental de la Universidad ECCI

**Universidad ECCI
Facultad de ingeniería
Programa de ingeniería ambiental**

**BOGOTÁ
2023-2**

CONTENIDO

1. Introducción.....	3
2. Objetivos.....	4
2.1 Objetivo general.....	4
2.1 Objetivos específicos.....	4
3. Marco conceptual.....	6
4. Marco legal.....	7
5. Contexto.....	11
6. Identificación del consumo histórico de energía.....	13
6.1 Consumo energético actual.....	13
7. Tabulación de consumo y análisis de línea base.....	13
8. Mediciones de niveles de iluminación.....	17
9. Propuesta de alternativas para el uso racional y eficiente de la energía.....	22
10. Formulación de estrategias de educación ambiental.....	25
10.1. Programa.....	26
11. Conclusiones.....	27
12. Referencias.....	29

1. Introducción

Este trabajo se plantea bajo la necesidad de conocer el comportamiento del consumo energético que se genera en el edificio de la sede P en Bogotá de la universidad ECCI. De acuerdo a esto se efectuó un diagnóstico energético mediante el cual se pretendió conocer por medio de una inspección e inventario de las áreas y equipos que consumen y requieren de energía eléctrica, realizando una segmentación por área y piso con mayor y menor consumo en las instalaciones del edificio, con el propósito de identificar las fortalezas y oportunidades del edificio.

Mediante la implementación de este diagnóstico y de acuerdo a lo anteriormente mencionado se pretende implementar estrategias y alternativas al programa de gestión ambiental de la universidad ECCI presentando posibles acciones de mejora y rendimiento del consumo eléctrico del edificio.

2. Objetivos

2.1 Objetivo general

Determinar las actividades que serán llevadas a cabo mediante la implementación del diagnóstico de uso racional y eficiente de la energía enfocado en atenuar y concientizar a la comunidad universitaria frente al aprovechamiento del recurso energético del edificio P de la universidad ECCI en la sede Bogotá.

2.2 Objetivos específicos

- Realizar un diagnóstico e inspección del consumo de energía y actividades que se desarrollan y utilizan el recurso al interior del edificio P de la Universidad ECCI.
- Reconocer los niveles apropiados de iluminación para cada una de las áreas de la universidad e identificar su cumplimiento normativo.
- Proponer alternativas y estrategias para el uso racional y eficiente de la energía en el edificio P de la Universidad ECCI en Bogotá.

3. Marco conceptual

- **Energía:** La energía es la capacidad que poseen los cuerpos para poder efectuar un trabajo a causa de su constitución (energía interna), de su posición (energía potencial) o de su movimiento (energía cinética). Es una magnitud homogénea con el trabajo, por lo que se mide en las mismas unidades, es decir en julios en el Sistema Internacional. Según la forma o el sistema físico en que se manifiesta, se consideran diferentes formas de energía: térmica, mecánica, eléctrica, química, electromagnética, nuclear, luminosa, etc. (Foro nuclear, 2023)
- **Energía eléctrica:** La energía eléctrica se origina de la diferencia de potencial eléctrico entre dos puntos determinados, que se ponen en contacto a través de un transmisor eléctrico. Este contacto genera una corriente eléctrica basada en la transmisión de cargas negativas (llamadas, más comúnmente, electrones) hasta su punto de consumo. (BBVA, 2021)
- **Inventario:** Un inventario es un documento donde se registran todos los bienes tangibles y en existencia de una empresa, que pueden utilizarse para su alquiler, uso, transformación, consumo o venta. Debe ser una relación detallada en la que se incluyan, además de los tangibles, los derechos y deudas de una empresa. (Hubspot, 2023)
- **Recursos naturales:** Son aquellos bienes que provee la naturaleza y que son utilizados por las personas ya sea para consumirlos directamente o bien para ser utilizados en algún proceso de producción. A menudo nos referimos a los recursos naturales como capital natural. Los recursos naturales pueden ser renovables y no renovables. (Perez, 2013)
- **Luminaria:** Las luminarias son aparatos que sirven de soporte y conexión a la red eléctrica a las lámparas. Como esto no basta para que cumplan eficientemente su función, es necesario que cumplan una serie de características ópticas, mecánicas y eléctricas entre otras. (MKT Digital, 2022)
- **Iluminación:** La iluminación, se refiere al efecto de iluminar un objeto, una habitación o un ambiente en general, a través de la presencia de la luz, misma que puede ser natural o artificial. (Zeraus Iluminación, 2021)

- **Luxómetro:** Un luxómetro es un dispositivo que tiene la finalidad de medir la luz que se tiene en el ambiente, conocido como una medida para saber la energía producida por una fuente de luz, para el ojo humano. (Sarabia, 2023)
- **Lux:** El Lux se usa para determinar la cantidad de luz proyectada sobre una superficie (un Lux equivale a un Lumen por metro cuadrado). Nos permite cuantificar la cantidad total de luz visible y la intensidad de la iluminación sobre una superficie. (Lampara directa, 2023).
- **Iluminación artificial:** La luz artificial es la que se obtiene de fuentes no naturales, producidas por el ser humano de manera explícita o indirecta. La principal y más importante forma de luz artificial es la luz eléctrica, que se obtiene a través del manejo de la electricidad, como es el caso de la luz de los bombillos. (Etecé, 2023)
- **Iluminación natural:** La luz natural es aquella luminosidad que proviene directa o indirectamente de fuentes naturales, específicamente del sol. Por eso se la conoce también como luz diurna, luz del día o luz solar. (Etecé, 2023)
- **Energía renovable:** Las energías renovables son un tipo de energías derivadas de fuentes naturales que llegan a reponerse más rápido de lo que pueden consumirse. Un ejemplo de estas fuentes son, por ejemplo, la luz solar y el viento; estas fuentes se renuevan continuamente. Las fuentes de energía renovable abundan y las encontramos en cualquier entorno. (Naciones Unidas, 2023)
- **Uso racional de energía:** Uso Racional y Eficiente de la Energía abarca todas las acciones que se realicen en las diversas etapas del quehacer energético para optimizar su uso, partiendo de los recursos, pasando por los servicios, hasta llegar al nivel de los consumidores. (Moragues, 2020)

4. Marco legal

Tabla 1.

Normatividad relacionada con el uso racional y eficiente de la energía en Colombia.

Norma	Fecha de publicación	Descripción
Ley 697	Octubre de 2001	“Mediante la cual se fomenta el uso racional y eficiente de la energía, se promueve la utilización de energías
Decreto 2811	Diciembre de 1974	“Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente”
Decreto 2501	Julio de 2007	“Por medio del cual se dictan disposiciones para promover prácticas con fines de uso racional y eficiente de energía eléctrica”
Decreto 895	Marzo de 2008	“Por el cual se modifica y adiciona el Decreto 2331 de 2007 sobre uso racional y eficiente de energía eléctrica”.
Resolución 180540	Marzo de 2010	Por el cual se modifica el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado público - RETILAP.
Plan Energético Nacional	2003	"Estrategia energética Integral Visión 2003-2020".
Norma GTC 8	Agosto de 1994	La ergonomía visual se puede emplear para establecer un conjunto de opciones, desde criterios generales hasta información de carácter más detallado, con relación a un parámetro que necesite modificarse para poder proporcionar un ambiente visual aceptable.

Nota. En esta tabla se muestra alguna de la normatividad aplicable en este documento frente al tema de uso racional y eficiente de la energía en Colombia.

5. Contexto

La Universidad ECCI identificada con NIT 860401496, se encuentra representada legalmente por el señor Soler Lopez Fernando Arturo identificado con C.C 1319056999 con número y correo de contacto descritos seguidamente, Tel: 2321653 - 3537171 y correo electrónico: rectoria@ecc.edu.co.

El edificio P de la universidad ECCI, se encuentra ubicado exactamente en la localidad de Teusaquillo en la ciudad de Bogotá, sobre la Cl. 51 #19 - 12 delimitada al sur por otros edificios de la sede en Bogotá.

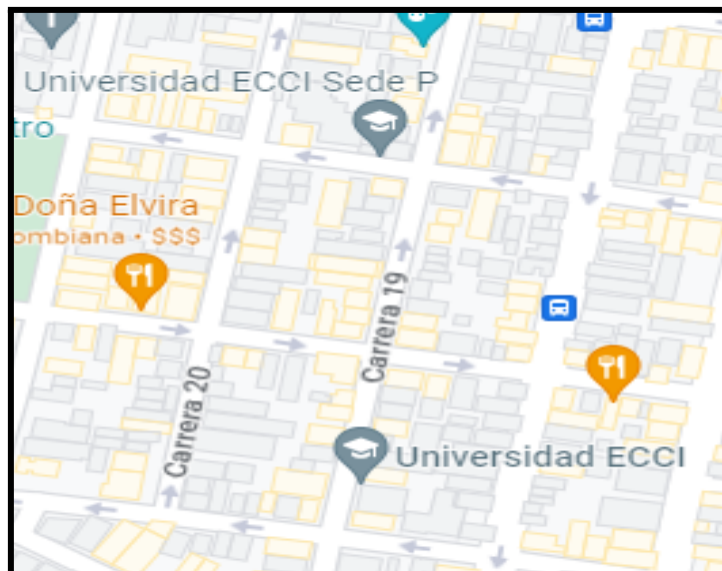


Imagen 1. Ubicación geográfica del edificio P de sede en Bogotá de la universidad ECCI.

Los horarios dentro de la Universidad ECCI se encuentran segmentados en dos partes, la primera jornada es la continua en dónde está determinada por los horarios académicos los cuales van de 6:00 AM a 12 PM para la jornada diurna, eventualmente también se presentan clases intermedias de prácticas libres de 1:00 PM a 5:00 PM, en la jornada nocturna las clases son de 6:00 PM a 10 PM y por último según la jornada académica se encuentra también los sábados de 6:00 AM a 12:00 PM.

Los administrativos de la universidad se encuentra segmentados por áreas de dependencia en donde se manejan hasta 4 horarios, para el caso de los laboratorios y talleres estos se encuentran en funcionamiento desde las 6:00 AM a 10:00 PM, los horarios en otras dependencias puede ser variable en turno rotativos de 6:00 AM a 2:00 PM / 8:00 AM a 5:00 PM y de 2:00 PM a 10:00 PM.

Por otra parte, la clasificación del sector productivo y subsector para la universidad se da mediante el desglose por categorías que aparecen en esta división se basa en el nivel de instrucción que se ofrece según la definición de los niveles que presenta la Clasificación Internacional Normalizada de la Educación (CINE 2011), y además se complementa con los principios de la Constitución Política de Colombia, acorde con la Ley General de Educación 115 de 1994, la Ley 30 de 1992 que rige la Educación Superior, la Ley 715 de 2001, la Ley 749 de julio 19 de 2002 por la cual se organiza el servicio público de la educación superior en las modalidades de formación técnica, profesional y tecnológica, la Ley 1064 de 2006 por la cual se dictan normas para el apoyo y fortalecimiento de la educación para el trabajo y el desarrollo humano, y la Ley 1098 de 2006 (Código de Infancia y Adolescencia).

De acuerdo a la clasificación industrial internacional uniforme de todas las actividades económicas la universidad ECCI se encuentra ubicado en la sección P denominada educación, el código CIU perteneciente al grupo 854 «Educación superior» debido al servicio prestado de educación superior; este grupo también es desagregado en cuatro clases las cuales son:

- Clase 8541 «Educación técnica profesional».
- Clase 8542 «Educación tecnológica».
- Clase 8543 «Educación de instituciones universitarias o de escuelas tecnológicas».
- Clase 8544 «Educación de universidades»

La identificación del tamaño empresarial respecto a la Universidad ECCI se determinó mediante clasificación que dicta el decreto 957 de 2019, que tiene por objeto reglamentar la clasificación de las micro, pequeñas, medianas y grandes empresas. Esta clasificación por tamaño empresarial, entiéndase micro, pequeña, mediana y gran empresa, se podrá utilizar uno o varios de los siguientes criterios: número de trabajadores totales, valor de ventas brutas anuales, valor activos totales. Para realizar la identificación de la universidad ECCI es importante determinar a qué tipo de sector al se encuentra asociado; según lo anterior se encuentra asociado de acuerdo a su tamaño a una mediana empresa.

Mediante el desarrollo de actividades de visita de inspección en la sede, fue posible evidenciar distintas áreas de la universidad las cuales son:

Tabla 1.
Actividades por área

Item	Descripción	Cantidad	Actividades que desarrollan
1	Salones	44	Es un espacio destinado para la enseñanza y aprendizaje.
2	Salas de sistemas	7	Es un espacio destinado para la enseñanza y aprendizaje.
3	Salas de profesores	1	Tutorías y actividades administrativas.
4	Cafeterías	2	Es un establecimiento que ofrece un servicio de alimentación.
5	Baños	6	Área con uso específico de aseo personal o deposiciones.
6	Cuartos de aseo	6	Área con uso específico para destinar elementos de uso diario y limpieza del personal encargado.
7	Zonas comunes ¿Cuáles?	2	Se encuentran dos zonas comunes en el primer piso que pueden ser usadas como un área de esparcimiento, estudio o relajación.
8	Auditorios	1	Es un espacio destinado para la enseñanza y aprendizaje o en otros casos para llevar a cabo eventos importantes.
9	Laboratorios	3	Para el desarrollo de prácticas experimentales de los programas de ingeniería.
10	Talleres	2	Es un espacio destinado para la enseñanza y aprendizaje.
11	Otro: (Miscelánea)	1	Es un establecimiento que ofrece un servicio informático o elementos de uso académico.

Nota. En esta tabla se encuentra registrado el número de áreas totales del edificio y las desarrolladas en cada una de ellas.

El reconocimiento de cada uno de los espacios del edificio fue posible caracterizar cada una de las áreas e infraestructura del edificio, identificando puntos claves que pueden generar efectos indeseados en el consumo de energía del edificio. Durante el desarrollo de la inspección se identificaron hallazgos basados en criterios de cumplimiento, planteados en el formato de inspección, los cuales se tuvieron en cuenta como indicadores de consumo inapropiado de energía en el edificio y que pueden ser de importancia para el desarrollo del diagnóstico para cual corresponde una recomendación para la regulación de una posible problemática en cada hallazgo. El formato de inspección es detallado en el anexo 2.

Los hallazgos con mayor representatividad durante las inspección son los siguientes:

Tabla 2.

Hallazgos y recomendaciones

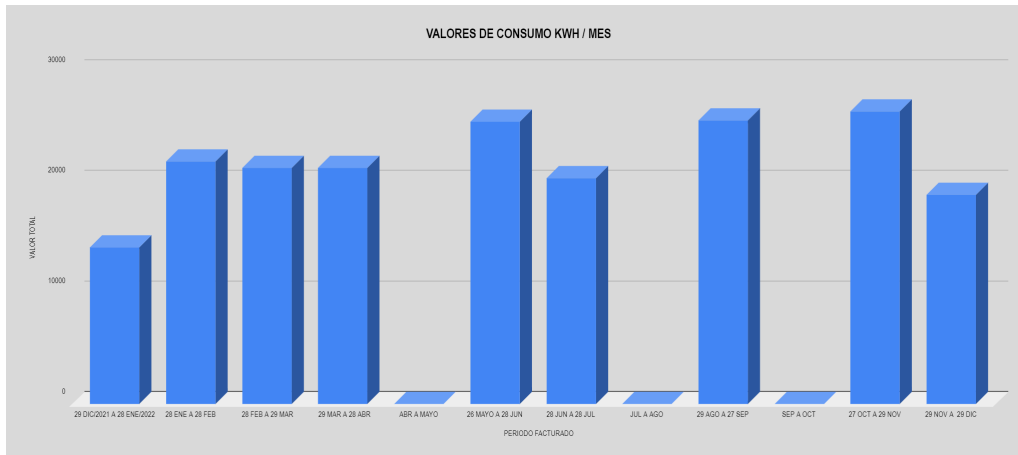
ÁREA	HALLAZGO	RECOMENDACIÓN
Talleres de mecánica 1 y 2	Se evidencia que muchos de los equipos se encuentran conectados a la toma corriente y no están en uso constante.	Llevar un registro de programación y control de las clases ya que en este caso el taller 2 se usa muy poco y aún así se encuentra con luces encendidas y si entra en la posibilidad conectar los equipos únicamente cuando sea necesario.
Primer piso	Se encuentra que hay muchos objetos de decoración que incluyen luminaria la cual se encuentra encendida todo el día.	Es importante aprovechar la luz natural ya que el edificio está acondicionado para esto, la decoración dentro de este diagnóstico de energía es irrelevante ya que estas lámparas decorativas generan un aumento en el consumo de energía horaria.
Aulas de clase	Durante el recorrido dentro del edificio se evidenció que varios de los salones de clase se encontraban a puerta cerrada con la luminaria encendida	Se recomienda realizar recorrido continuo en donde se verifique que las aulas de clase no se encuentren con las luces encendidas y realizar mantenimiento.

Nota. En la siguiente tabla se encontrará la información de los hallazgos y recomendaciones respecto a las áreas con la falta.

6. Identificación del consumo histórico de energía

Gráfica 1.

Facturación Kwh/mes del año 2022.



Nota. Consumo de energía representado sin 3 meses del año 2022.

Análisis: La identificación en el consumo de energía que presenta el edificio sede P de la se realizó de acuerdo al periodo de facturación correspondiente al año 2022, de los cuales hubieron tres meses de este periodo que no pudieron ser obtenidos, por lo cual, el análisis de resultados puede representar una deficiencia en la exactitud.

De acuerdo con la información resultante es posible evidenciar que durante el periodo 2022 existe un equilibrio en algunos meses del año correspondiente, es decir que para los meses febrero, marzo, abril, julio y diciembre la variabilidad de consumo de energía Kwh/mes no supera los 21900 Kh/mes. Es importante resaltar que el periodo académico es bimestral lo que indica que el primer periodo académico da inicios a principios de febrero hasta finales de mayo y el siguiente periodo de agosto a finales de noviembre.

Según la gráfica 1, se encuentra que en el mes de enero representa un nivel de consumo de energía más bajo en comparación a los demás, sin contar con los tres meses mencionado anteriormente, pero en concordancia con este mes es importante asumir que los meses de junio, julio y diciembre deberían representar el mismo valor o aproximar un valor de bajo consumo de energía como en el mes de enero, ya que en este periodo aunque se encuentren cursos intersemestrales y demás la circulación de estudiantes se reduce en más de un 50% lo que infiere que muchas aulas de clase, equipos y espacios académicos reducen su uso.

Para los meses con más alto consumo como el mes Junio se identifica que tiene un valor muy elevado ya que de acuerdo al cambio de intensidad horaria en el flujo de administrativos y

estudiantes debería ser muy reducido como ha sido mencionado en otra ocasión, para los meses de Agosto a noviembre puede deducirse que en el inicio del segundo semestre el valor puede mantenerse bajo y para Septiembre y Noviembre el aumento de energía pudo darse por dos factores y que es que el número de estudiantes inscritos para este periodo haya sido mayor y por ende el uso de áreas y equipos, por otro lado puede darse de acuerdo con el mal uso de la energía en el edificio.

6.1 Consumo energético actual

Por medio de la inspección realizada y el inventario de equipos del edificio P, es posible hacer un examen preliminar de las condiciones que presenta este edificio frente al consumo de energía.

En primera instancia el edificio cuenta con una infraestructura apropiada para reducir el consumo de energía del edificio, la mayoría de su fachada está construida en vidrio lo que permite el ingreso de luz natural pero respecto a los criterios evaluados en el formato de inspección del anexo 2 se encontró que muchos espacios como desde la planta baja hasta el último piso no realizan un uso adecuado de la energía eléctrica. Aunque el edificio cuenta con sistemas automáticos de encendido y apagado muchos de estos se encuentran fallando como lo es para el caso de las aulas de clase en donde se encontraron durante el recorrido varias luces encendidas sin nadie estar aprovechando el recurso.

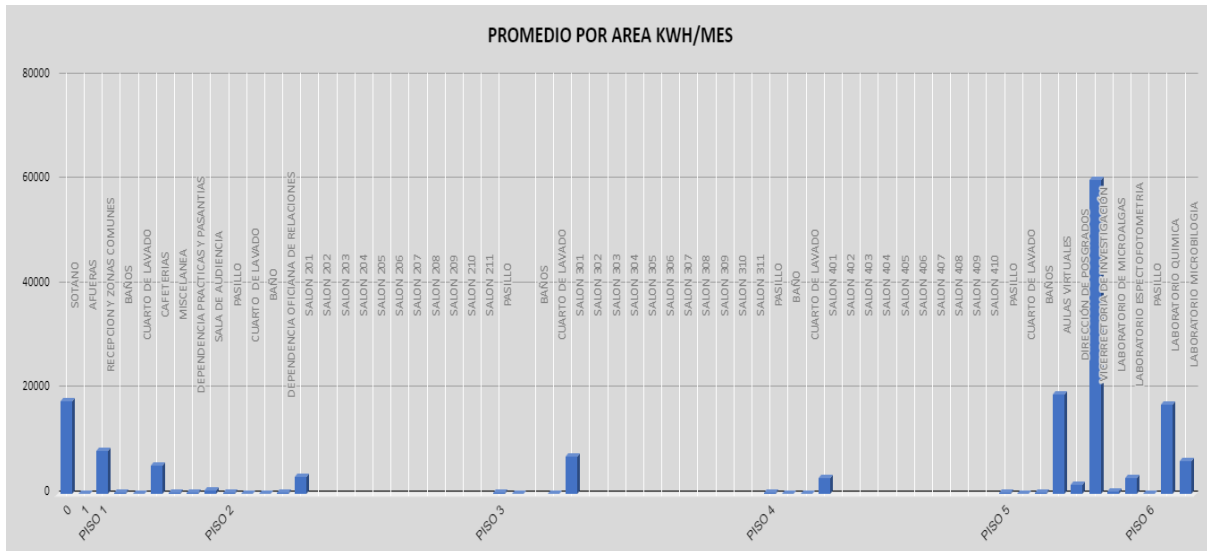
Adicionalmente, se encontró durante el recorrido que la universidad cuenta con 6 paneles solares de aproximadamente 1 metro de ancho por 1 metro y medio de alto, pero estos paneles no se encuentran funcionando desde aproximadamente 3 años y se desconoce la razón del porque se dejaron de usar. Por último, el uso del ascensor se encuentra restringido con uso exclusivamente para profesores lo que favorece la disminución en el consumo de energía actual de la universidad.

7. Tabulación de consumo y análisis de línea base

Como resultado de trabajo de campo se llevó a cabo la implementación de un formato de inventario en el cual fue segmentado para cada una de las áreas del edificio e identificando las principales fuentes de consumo de energía discriminados desde luminaria hasta equipos en cada una de las áreas por piso. El consumo en cada piso y área del edificio será representado en las gráficas 2 y 3.

Gráfica 2.

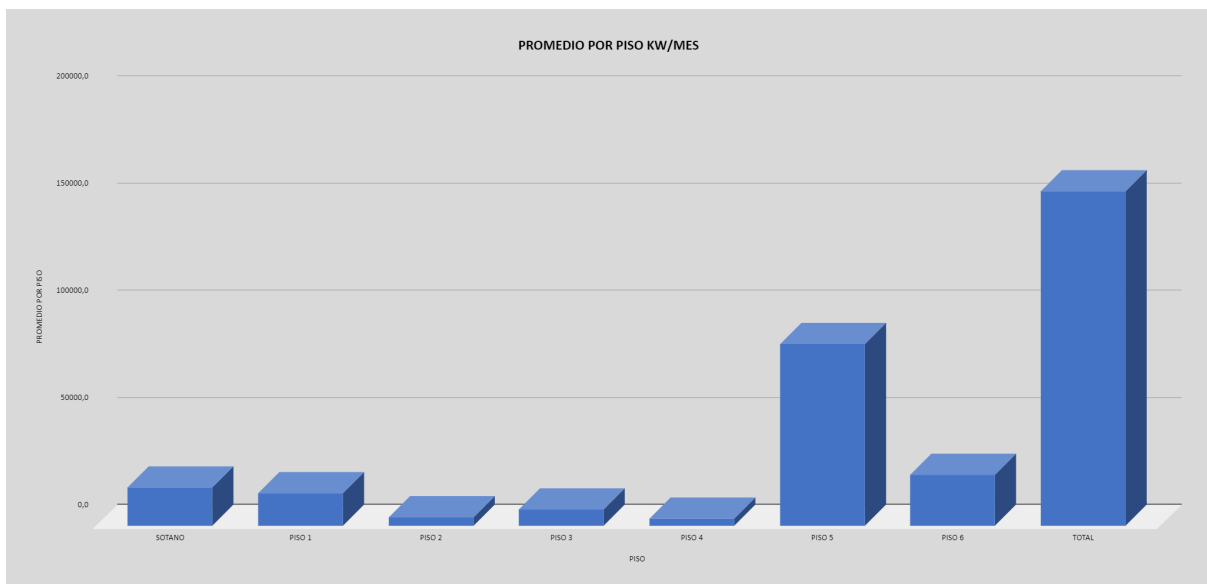
Consumo energético por área de Kwh/ mes



Nota. La gráfica completa puede encontrarse en el anexo 4.

Gráfica 3.

Consumo energético por piso Kwh/ mes y pueden encontrarse en el anexo 4.



Análisis: El consumo de energía presenta cierta variabilidad dependiendo el uso y la cantidad de equipos en cada área, a continuación se evaluarán los resultados de acuerdo a la gráfica 3, como se puede observar en esta las áreas con mayor consumo energético de acuerdo al formato de inventario realizado corresponde al piso 0 o sótano, en donde se

encuentran dos talleres de mecánica, su consumo es 17694.2 Kwh/mes lo cual corresponde a la cantidad y uso continuo de iluminación también el uso constante de equipos de mecánica para prácticas estudiantiles.

Para el primer piso las áreas con mayor influencia en el consumo de energía del edificio son las zonas comunes con un valor de 8291.3 y la cafetería tortín con un valor de 5405.2, la demanda de energía en estas áreas se da debido al exceso de luminarias y la falta de aprovechamiento de la luz natural para el caso de las zonas comunes y para la cafetería, la demanda de energía se encuentra relacionada a la cantidad de electrodomésticos.

De acuerdo a los pisos 2, 3 y 4 se identifica que las áreas con mayor consumo energía son las aulas de clase, donde cada uno de los pisos cuenta con aulas de cómputo, según la gráfica el piso 3 con un valor de 7116,6 dobla el total consumido de aulas en comparación al piso 2 con un valor de 3267,2 y el piso 4 con un valor de 2985,7. La variabilidad del consumo de energía en estas áreas corresponde principalmente a la cantidad de aulas, luminaria instalada y equipos.

El resultado con mayor significancia del formato de inventario implementado, es la del piso 5 con dos áreas que superan los 10000 Kwh/m, las áreas con el mayor valor de consumo en todo el edificio de aulas virtuales con un valor de consumo de 19000,9 y vicerrectoría de investigación 60229,0. El elevado del consumo para estas áreas de acuerdo a la visita preliminar se puede dar principalmente a

La gran cantidad de equipos de cómputo en estas áreas, adicionalmente la falta de aprovechamiento de luz natural y la cantidad de luminaria en cada área. Por último el piso 6 es uno de los pisos que tiene mayor representatividad como se mencionó anteriormente, el consumo de energía en esta área se da debido a que el uso de luminaria y la mayoría de equipos tienden a ser usados constantemente.

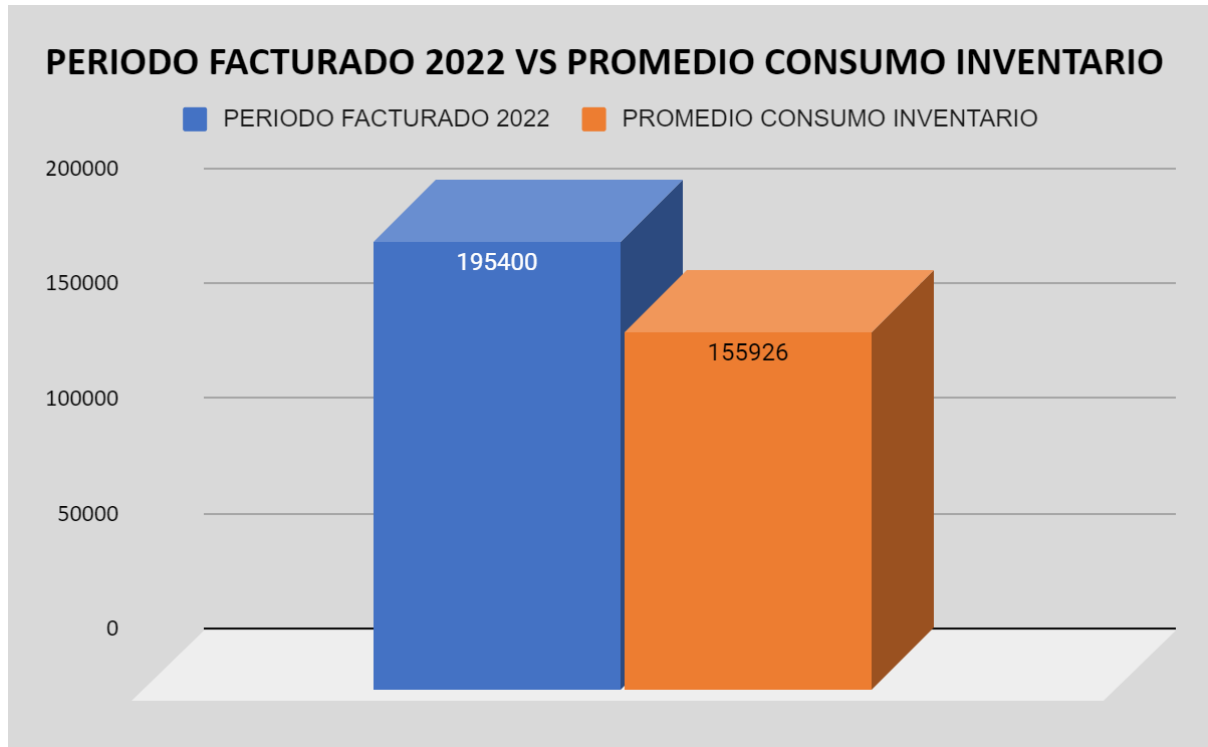
Adicionalmente, en la gráfica 4 es posible evidenciar la cuantificación total del consumo aproximado por piso en la que es posible observar la variabilidad que tiene cada una de las plantas frente al consumo de energía de acuerdo a las actividades que se desarrollan por planta. Según la gráfica 3 el piso con mayor influencia energética es el piso 5 con un consumo de 84899 kW/mes el cual representa una gran diferencia para los pisos seguido como lo son el piso 6 con un consumo de 23570 kW/mes, sótano (piso 0) con un consumo de 17694 kW/mes y el piso 1 con un consumo de 15028 kW/mes. Por último los pisos con menos consumo en el edificio son los pisos 2 con un consumo de 3845 kW/mes, 3 con un consumo de 7511 kW/mes y 4 con un consumo de 3378 kW/mes.

Respecto a la sumatoria total del consumo promedio por piso Kwh/mes obtenido del

formato de inventario se comparó con el consumo total facturado para el año 2022 el cual se representa en la gráfica 4.

Gráfica 4.

Comparación período facturado vs inventario



Nota. Esta gráfica corresponde a una comparación de los datos obtenidos y tabulados.

Análisis: La figura 5 representa la variabilidad que existe en cuanto al consumo de energía en Kwh/mes tanto para el promedio facturado 2022 con un valor de **195400 Kwh/mes**, como para el promedio de consumo del inventario desarrollado en el diagnóstico con un valor promedio de **155926 Kwh/mes**. La diferencia que existe entre los dos promedios es muy grande, con una diferencia de **39474 Kwh/mes** lo que implica que el posible error se encuentre directamente relacionado a varias hipótesis, las cuales podrían ser son:

Es importante tener en cuenta que al momento de realizar el promedio del consumo de energía del año 2022 no se tuvieron en cuenta tres meses de este periodo como ha sido mencionado con anterioridad, como puede verse en la gráfica 2 del anexo 2 por lo cual el valor promedio pudo ser mayor respecto al promedio del consumo del inventario.

- La similitud del margen de error presentado para el promedio de consumo de inventario puede resultar debido a que al momento de realizar el inventario muchas de la horas de uso de la luminaria y equipos fue basada en suposiciones lo cual está directamente relacionada con la operación matemática realizada para obtener el

consumo de Kwh/mes, de acuerdo a lo anterior el alto consumo de energía puede estar ligado al procedimiento.

- También es importante tener en cuenta que la diferencia de datos promedio es que hay que tener en cuenta las características que presenta cada año, es decir, por ejemplo el año 2022 debería presentar un promedio mucho más bajo de consumo debido a la crisis de salud por la que pasó el país, lo que generó que muchas de las áreas y equipos que generan consumo de energía en el edificio se mantuvieran restringidas o no se usarán. De acuerdo a lo anterior, el resultado del consumo de energía presentado en el resultado del inventario deberá presentar un mayor aumento respecto al valor comparativo ya que en primera instancia el año presentó aumento en el ingreso de estudiantes, también las clases fueron totalmente presenciales y adicionalmente todas las áreas administrativas se encuentran totalmente activas.

8. Mediciones de niveles de iluminación

Para realizar la medición con el luxómetro fue indispensable una visita previa al edificio donde fue posible identificar que las instalaciones del edificio cuenta con distintas áreas de estudio, trabajo y zonas comunes, las cuales son descritas en la tabla 1 del presente documento. De acuerdo a las áreas anteriormente mencionadas se eligieron los espacios en donde se realizarán las mediciones.

La técnica de medición o metodología implementada para este diagnóstico fue la del Instituto Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales la cual se encuentra basada en la norma GTC 8 de 1994 e ISO 8995, consideradas en el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE - del Ministerio de Minas y Energía.

- Definición de la estrategia de muestreo.
- Identificación del tipo de iluminación (natural, artificial) y los sistemas de iluminación general y localizados disponibles.
- Identificación de factores asociados a la iluminación como posición de las fuentes de luz respecto del plano de trabajo o de la ubicación del trabajador, distancia, tipo de labor a realizar desde el punto de vista de exigencia visual, colores del entorno y de las superficies de trabajo, contraste, estado de los sistemas de iluminación y existencia de sistemas de ajuste. Cada uno de los puntos de evaluación se debe realizar bajo funcionamiento normal de las lámparas.
- Ubicación del luxómetro con fotocelda corregida a la altura del plano de trabajo de

mayor uso por parte del trabajador, orientada en plano horizontal a una altura de 85 cm del piso y registro de los valores arrojados por el sistema.

- Comparación del valor registrado contra el valor recomendado según el tipo de tarea o área evaluada.
- Análisis de resultados y de los factores asociados con la exposición que permitan dar conclusiones y proponer recomendaciones para ajustar los niveles de iluminación acorde con los rangos normales de acuerdo con la legislación y la calidad de la iluminación de acuerdo con la exigencia visual de las tareas.
- Las evaluaciones se realizaron en unidades Lux, fotocélula de coseno corregido, y ubicación según la dirección del ojo del observador. (AGUILAR MORA, 2017)

Tabla 3.
Niveles de iluminación medidos

MEDICIÓN No	ÁREA	CANTIDAD	NIVEL DE ILUMINACIÓN OBTENIDO	OBSERVACIÓN
1	Pasillos (planta)	7	671 / 072 / 256 x10 / 030 / 018 / 217x10	De acuerdo a una visita previa como se menciona en el documento, se seleccionaron cada uno de los puntos de muestro de acuerdo a las características que presentaban cada una de las áreas, la variabilidad en el número de mediciones depende del tamaño y cantidad de ésta en donde como por ejemplo el área de medición número 1 (Pasillos) cuenta solo con 6 mediciones y es
2	Salones	44	1403 / 653 / 375x10 / 561 / 569	
3	Salas de sistemas	7	736/1151	
4	Salas de profesores	1	195 / 546 / 806 / 1098	
5	Salidas de evacuación	2	014 / 003	
6	Oficinas	1	315 /330	
7	Cafeterías	2	231/ 216	
8	Baños	6	Hombre :225 / 118 / 435 Mujer 240 / 218 / 427 lux	
9	Cuartos de aseo	6	315	

10	Zonas comunes ¿Cuáles?	2	Área de estudio: 503 /320/221/097 Área descanso: 342/142/714/325/818	posible tomar más mediciones pero muchas de las plantas contaban con características similares y para no ser dispendioso con las mediciones se seleccionaron puntos estratégicos por planta y área.
11	Auditorios	1	013/479/626/636	
12	Laboratorios	3	816 / 203	
13	Talleres	2	Taller 1: 383/457/591/491/273/166/486 Taller 2: 491/551/603/439	
15	Otro	1	278	

Nota. En la siguiente tabla se encontrarán las mediciones de luxometría realizadas para una de las áreas del edificio.



Imagen 2. Luxómetro digital modelo 401025 de Extech.

Para la medición de los niveles de iluminación en las distintas áreas del edificio fue importante la implementación de un equipo especializado definido como luxómetro mediante el cual se realizaron las muestras necesarias de iluminación por área.

El equipo utilizado durante el diagnóstico es el medidor digital de luz (Luxómetro), modelo 401025 de Extech.

De acuerdo al equipo (Luxómetro digital modelo 401025 de Extech) ilustrado anteriormente, fue posible realizar las respectivas mediciones en cada una de las áreas para las que hay que

tener en cuenta el Manual de Usuario del equipo el cual nos da indicadores de corrección para las mediciones según la escala escogida (Fc y Lux) y el tipo de lectura arrojado, para la corrección de algunos de los datos obtenidos se usó la tabla 3 con las indicaciones de escala.

Multiplicadores de escala del indicador		
Escala	Unidades	Multiplicador
200	Fc	Lectura directa
2000	Fc y Lux	Lectura directa
5000	Fc	Lecturas x10
20,000	Lux	Lecturas x10
50,000	Lux	Lecturas x100

Imagen 3. Multiplicadores de escala del manual de usuario Luxómetro digital modelo 401025 de Extech.

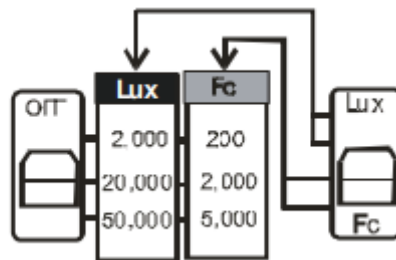


Imagen 4. Unidades y tiempo de respuesta del manual de usuario del Luxómetro digital modelo 401025 de Extech.

En las áreas seleccionadas para la medición de los datos obtenidos se establece el nivel de iluminación de las áreas de estudio presentados en la tabla 5 en la que no serán presentados los datos en su totalidad, para observar la tabla completa ingresar al anexo 4 en la última hoja de excel denominada Mediciones lux.

Tabla 4.
Criterios de categorización

CATEGORÍA	DEFINICIÓN
Deficiente	Se refiere a que los niveles de iluminancia evaluados se encuentran por debajo del valor mínimo recomendado para el tipo de recinto o tarea allí realizada
Adecuada	Se refiere a que los niveles de iluminancia evaluados se

	encuentran dentro del intervalo recomendado para el tipo de recinto o tarea allí realizada.
Excede	Se refiere a que los niveles de iluminancia evaluados se encuentran por encima del intervalo recomendado para el tipo de recinto o tarea allí realizada.

Nota. Mediante la tabla de criterios es posible realizar la categorización de valores de los resultados de la tabla 5.

Tabla 5.

Fragmentos de niveles de iluminación establecidos

MEDICIÓN No	ÁREA	CANTIDAD	NIVEL DE ILUMINACIÓN ESTABLECIDO			NIVEL DE ILUMINACIÓN OBTENIDO	CRITERIO
			MIN	MEDIO	MAX		
1	Pasillos (planta)	7	100	150	200	671	EXCEDE
			100	150	200	0.72	DEFICIENTE
			100	150	200	2560	EXCEDE
			100	150	200	0.30	DEFICIENTE
			100	150	200	0.18	DEFICIENTE
			100	150	200	2170	EXCEDE
2	Salones	44	300	500	750	1403	EXCEDE
			300	500	750	653	ADECUADO
			300	500	750	3750	EXCEDE
			300	500	750	561	ADECUADO
			300	500	750	569	ADECUADO

Nota. Se encuentran los valores de iluminación obtenidos y comparados frente a los niveles de iluminación establecidos por la norma junto a su criterio de cumplimiento.

Análisis: El resultado de las mediciones de luxometría tomadas durante la visita al edificio fueron comparadas bajo la **resolución 180540 de 2010 RETILAP** en la cual fueron planteados los niveles mínimos, medios y máximos de iluminación de acuerdo al área o tipo de actividad desarrollada. Una vez tabulados cada uno de los niveles de iluminación obtenidos del equipo de luxometría con una totalidad de 58 datos, se identificó que del 100% de los datos únicamente el 39,6 % de los datos se encuentra dentro del criterio adecuado, es importante reconocer que estos datos que cumplen con el rango de nivel de iluminación establecido no se encuentra directamente relacionado al una sola área, es decir que por ejemplo para las aulas de clase con una totalidad cinco puntos de medida solo tres puntos de medida cumplen con el criterio adecuado respecto a los niveles de iluminación por

lo cual de esta área solo el 60% está cumpliendo con los niveles de iluminación establecidos por la norma.

El 44,8% del total de datos obtenidos, equivalentes a 26 puntos de medición según el criterio y el rango de niveles de iluminación permisibles se encuentran excediendo dichos límites, esto se puede dar debido a que la estructura del edificio cuenta con excelente iluminación natural, logrando al momento de realizar las mediciones que se genere una medida de iluminación mixta ya que se genera una combinación de luz natural y artificial , generando un exceso de iluminación de acuerdo a los planteados por la resolución.

Por último el 15,1% de los datos equivalentes a 9 de los 58 datos obtenidos presentan valores inferiores a los mínimos establecidos por la norma y dentro de un criterio deficiente. Como fue mencionado anteriormente estos resultados no caracterizan una sola área pero de acuerdo a los datos tabulados se evidencia que el valor deficiente de algunas de estas áreas se da debido a que no se encuentran encendidas la luces o simplemente la distribución de la luminaria no acoge ciertos puntos de la medición.

9. Propuesta de alternativas para el uso racional y eficiente de la energía

Durante el desarrollo del diagnóstico se realizaron recorridos y reconocimiento de las instalaciones del edificio identificando luminaria, equipos y todo tipo de dispositivo que requiriera de energía. De acuerdo a esto se evidenciaron algunas no conformidades las cuales mediante la implementación de alternativas para el uso racional y eficiente de la energía se pueda retribuir mediante buenas prácticas.

Tabla 6.

Alternativas uso de la energía

N°	ALTERNATIVA	DESCRIPCIÓN
1	Realizar mantenimiento	<p>El uso constante de las luminarias genera la disminución en la eficacia de estas, por lo que es importante hacer un mantenimiento preventivo a toda la iluminación del edificio, con el fin de satisfacer los niveles adecuados de luminosidad.</p> <p>Limpiar periódicamente las fuentes de luz evitando que la suciedad dificulte su difusión y pueda dar lugar a un ahorro de hasta un 20% en el consumo de energía.</p> <p>El encendido automático de algunas aulas de clase pueden verse afectadas con el transcurso del tiempo, lo que permite que las luces permanezcan encendidas fuera del horario académico.</p>
2	Realizar capacitaciones	<p>La implementación de capacitaciones para todos los funcionarios del edificio y asistentes permitirá conocer el compromiso de la universidad con la reducción de energía y con las buenas prácticas para el aprovechamiento de la energía eléctrica.</p>
3	Aprovechamiento de luz natural	<p>El edificio cuenta con una excelente infraestructura que permite es una excelente circulación de luz natural y donde de acuerdo a la inspección en muchas de las áreas del edificio no se tiene un uso responsable de la energía eléctrica.</p> <p>Mediante la implementación de señalizaciones se puede invitar al personal y estudiantes a hacer un uso adecuado de la energía.</p>

4	Implementación de paneles fotovoltaicos	El edificio de acuerdo a su infraestructura presenta las condiciones óptimas para la implementación de paneles fotovoltaicos lo cual permitiría que se realice una conversión de la energía renovable a energía eléctrica, esto permite el aporte de energía y se reduzca una disminución en el total a pagar en la facturación.
5	Reestructuración	De acuerdo a la inspección realizada fue posible evidenciar que el edificio cuenta con un sistema de comando el cual permite apagar las luces únicamente mediante el uso de un chip, lo que impide que se mantenga un control de la luminaria por estudiantes y administrativos. Adicionalmente es importante acondicionar parte del edificio con ventilación natural, evitando el uso de ventiladores que aumenten el consumo de la energía en el edificio.
6	Uso de luminaria led	Según la inspección realizada en el edificio se identificó el uso de luces halógenas y fluorescentes. La implementación de luminaria led de acuerdo a la distribución que llevan cada una de las áreas identificadas permitiría la reducción del consumo de energía de acuerdo a las características energéticas que tienen las bombillas led.
7	Monitoreo a la variabilidad de los consumos	Realizar el seguimiento anual de la variabilidad en el consumo de energía mediante la facturación y de acuerdo a estas plantear los tiempos de seguimiento apropiados para realizar inspecciones e inventarios y poder reconocer las áreas que siguen teniendo un consumo elevado.
8	Instalar reguladores de intensidad lumínica y sensores de luz	Mediante la implementación e instalación de estos equipos se evita que haya exceso de luminancia y por lo tanto se ahorre y aproveche la energía eléctrica.

9	Implementar equipos portátiles	La implementación de equipos portátiles en las aulas de informática promueve una posible disminución en el consumo de energía debido a que no estarán conectados a las tomacorriente todo el tiempo y con esto enviando el consumo de fantasma de energía.
---	--------------------------------	--

Nota: En esta tabla se encuentran las alternativas con su descripción y de acuerdo a estas serán planteados los indicadores y el programa.

10. Formulación de estrategias de educación ambiental

De acuerdo a los resultados obtenidos por el desarrollo del diagnóstico del uso de energía en el edificio P de la sede en Bogotá se requiere del planteamiento de estrategias que permitan la orientación en materia de educación ambiental de acuerdo a las acciones presentes y futuras. Con lo anteriormente mencionado se realizó un alineamiento con el planteamiento de algunas estrategias con el Programa de educación ambiental.

Las estrategias planteadas son:

- Apagar las luminarias que se encuentran encendidas en el transcurso del día para así disminuir el consumo diario ya que no es necesario mantener estas luces en funcionamiento ya que la luz natural de los edificios es óptima para los fines académicos.
- Afiches informativos los cuales se ubiquen de manera estratégica en zonas donde se genere mayor consumo los cuales incentiven a apagar luminarias cuando no sea necesario y desconexión de equipos electrónicos personales que no se encuentren en uso como cargadores de computadores etc.
- Coordinar espacios que permitan identificar las propiedades y beneficios de los recursos naturales a toda la comunidad educativa, no solo la ambiental, en donde se les permita compartir información respecto al uso racional de la energía y los aspectos positivos y negativos que tiene la implementación de energía en el ambiente.
- Capacitaciones de ahorro y uso eficiente energético implementando actividades socioambientales que involucren a todo el personal educativo, entre estos el personal estudiantes, docentes y administrativo.

10.1 Programa

El desarrollo del programa se plantea en base a las alternativas propuestas en la tabla 7, junto a una serie de indicadores que permitirán efectuar cada una de las alternativas seleccionadas con el propósito de atenuar el valor del consumo energético y adicionalmente mediante este programa se pretende mantener un control porcentual mediante el cumplimiento de los indicadores y contribuir con la huella que deja el consumo de energía del edificio. El programa completo se encuentra en el anexo 5.

Figura 9.

Programa de uso racional y eficiente de la energía

UNIVERSIDAD ECCI		PROGRAMA USO RACIONAL Y EFICIENTE DE LA ENERGÍA				Fecha de elaboración:	25- jul- 23
EDIFICIO:		P	DIRECCION:		calle 51 # 19-12	Versión:	1
						Ficha:	1
OBJETIVO		Proponer e implementar diferentes alternativas de solución para la disminución y control del consumo de energía del edificio P, en la sede Bogota de la Universidad ECCI.					
DESCRIPCIÓN		Para el óptimo cumplimiento de los objetivos y metas planteados en el programa y en el documento diagnóstico es necesario implementar una serie de actividades que contribuyan con el ahorro y uso eficiente de la energía del edificio P, en la sede Bogota de la Universidad ECCI.					
INDICADORES							
Nombre indicador	Tipo de indicador	Formula	Meta	Frecuencia de medición	Responsables	Observación	
Consumo per cápita de energía	Eficiencia	$\frac{\text{Energía consumida (kW)}}{\# \text{ personas (hab)} * \text{mes}}$	5% < periodo anterior	Mensual	Gestión ambiental	El periodo de las unidades de la formula pueden ser modificable segun el alcance.	
Ahorro en el consumo de energía	Eficiencia	$\frac{((\text{consumo mes anterior (kW/mes)} - \text{consumo mes actual (kW/mes)}))}{(\text{consumo mes anterior (kW/mes)})} * 100$	3% < periodo anterior	Anual	Gestión ambiental	Las unidades de la formula pueden ser modificable segun el alcance.	
Actividades realizadas del programa de gestión de ahorro y uso eficiente	Eficacia	$\frac{\# \text{ Actividades realizadas}}{\# \text{ Actividades programadas}} * 100$	Cumplir el 80% de las	Semestral	Gestión ambiental	-	

Nota. El programa está direccionado al cumplimiento de las estrategias de uso adecuado de la energía.

CONCLUSIONES

- Se identificaron fortalezas y oportunidades las cuales son importantes mejorar en las instalaciones del edificio P. De acuerdo a algunos resultados obtenidos se resalta la importancia de llevar a cabo el cumplimiento y seguimiento de las alternativas planteadas con el fin de alcanzar una arquitectura verde y buenas prácticas del edificio para cumplir con el propósito de Uso Racional y Eficiente de la Energía.
- Es importante realizar periódicamente diagnósticos del Programa de uso racional y eficiente de la energía ya que mediante estos es posible tomar medidas correctivas tempranas. Los tiempos de diagnóstico pueden replantearse anualmente y hacerse teniendo en cuenta las facturas de consumo energético del edificio.
- Por medio de la valoración realizada con el luxómetro se determinaron los niveles de iluminación aceptables de acuerdo a la resolución No 180540 de 2010 RETILAP donde se resalta la priorización de este trabajo en el ahorro de los recursos naturales y permiten reconocer y evaluar déficit en las buenas prácticas del uso de la energía.
- En relación con la iluminación en general del edificio se evidencio existen áreas con exceso de luminarias, implementadas como adorno que lo único que generan es aumentar nivel de consumo de energía en el edificio, adicionalmente respecto a la luz natural no se aprovecha adecuadamente ya que desde el inicio de la jornada muchas áreas del edificio implementan la luz artificial aun contando con la suficiente luz natural para desarrollar labores.
- Se identificó que el edificio P cuenta con seis paneles fotovoltaicos los cuales no se encuentran en uso aproximadamente hace 3 años y es muy importante generar la integración de tecnologías verdes en el edificio P de la universidad ECCI y permita cumplir con las necesidades.
- La implementación y desarrollo del diagnóstico de energía es de vital importancia ya que permite reconocer el consumo que presenta la institución, también por medio de la segmentación de áreas donde de acuerdo a estas se caracteriza cuál es la que presenta mayor consumo y poder tomar medidas al respecto. El desarrollo de este trabajo permite desarrollar un enfoque mucho más crítico y responsable frente al uso de los recursos naturales en donde es importante tener en cuenta que se debe ser mucho más afectivo y responsable con el medio ambiente, en donde con este diagnóstico se concluye que el compromiso con el medio ambiente va más allá de una fachada verde. Por esta razón es importante seguir el cumplimiento de las recomendaciones hechas e impulsar el compromiso que tiene la universidad con el medio ambiente.

Referencia bibliográficas

AGUILAR MORA, C. K. (2017). *INFORME DE EVALUACIONES OCUPACIONALES - NIVELES DE ILUMINACIÓN*. INFORME DE EVALUACIONES OCUPACIONALES - NIVELES DE ILUMINACIÓN.

<http://sgi.ideam.gov.co/documents/412030/55492482/Informe+Iluminacion+Barranquilla+2017.pdf/caf8dc76-4e73-4c5d-a687-2d61c16495ef?version=1.0>

BBVA. (2021, Feb 06). *¿Qué es la energía eléctrica?*

Etecé. (2023, Feb 13). *Luz natural*. Concepto.

Foro nuclear. (n.d.). *¿Que es la energía?* Foro de la industria nuclear española.

<https://www.foronuclear.org/descubre-la-energia-nuclear/preguntas-y-respuestas/sobre-distintas-fuentes-de-energia/que-es-la-energia/>

Función pública. (2019). *Decreto 957 de 2019*. Gov.co.

<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=94550>

Hubspot. (2023, Abril 25). *Qué es un inventario: concepto, tipos y ejemplos*. Hubspot.

<https://blog.hubspot.es/sales/que-es-inventario>

INSTITUTO HIDROLOGÍA METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES. (2017, Agosto). *EVALUACIONES OCUPACIONALES - NIVELES DE ILUMINACIÓN*.

SOCIEDAD DE PREVENCIÓN DE FREMAP.

<http://sgi.ideam.gov.co/documents/412030/55492482/Informe+Iluminacion+Barranquilla+2017.pdf/caf8dc76-4e73-4c5d-a687-2d61c16495ef?version=1.0>

Lampara directa. (2023). *¿Qué son los Lumen y los Lux?* Lampara directa.

<https://www.lamparadirecta.es/blog/lumen-y-lux>

Ministerio de agricultura. (2021). *PROGRAMA DE AHORRO Y USO EFICIENTE DE LA ENERGÍA*. Agencia nacional de tierras.

<https://www.ant.gov.co/wp-content/uploads/2021/12/ADMBS-Plan-004.pdf>

Ministerio de minas y energía. (2010, Marzo 05). *Anexo general RETILAP -*. Resolución 180540 del 2010.

<https://www.sic.gov.co/sites/default/files/files/2021/Resoluci%C3%B3n%20180540%20de%202010.pdf>

MKT Digital. (2022, Enero 21). *¿Qué es una Luminaria y cómo se clasifica?* LUMMI.

<https://www.lummi.com.mx/blogs/noticias/que-es-una-luminaria-y-como-se-clasifica#:~:text=Las%20luminarias%20son%20aparatos%20que,mec%C3%A1nicas%20y%20el%C3%A9ctricas%20entre%20otras.>

Moragues, J. (2020). *USO RACIONAL Y EFICIENTE DE LA ENERGÍA (UREE)*. Argentina innovadora.

Naciones Unidas. (2023). *¿Qué son las energías renovables?*

Perez, M. (2013). *Recursos Naturales*. UV MX.

<https://www.uv.mx/personal/marisperez/files/2013/08/2-Recursos-Naturales.pdf>

Sarabia, R. (2023). *¿Qué es un luxómetro?* Laminas y Aceros.

<https://blog.laminasyaceros.com/blog/que-es-un-luxometro>

Zeraus Iluminación. (2021, Mayo 05). *Iluminación: Todo lo que debes conocer sobre este concepto y los tipos de iluminación que existen.*

<https://www.zeraus.com.mx/noticia/iluminacion-todo-lo-que-debes-conocer-sobre-este-concepto-y-los-tipos-de-iluminacion-que-existen>