

Informe Final

CARACTERIZACIÓN ENERGÉTICA DE LA FACULTAD TECNOLÓGICA, FACULTAD DE ARTES-ASAB, FACULTAD DE CIENCIAS Y EDUCACIÓN-MACARENA B Y FACULTAD DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES DE LA UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS



**Presentado a:
Universidad Distrital**

**Presentado por:
CORPOEMA**

Bogotá, Noviembre de 2014

CONTENIDO

1.	<u>INTRODUCCIÓN</u>	1
1.1	OBJETO DE LA CONTRATACIÓN	1
1.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	2
2.	<u>METODOLOGÍA PARA EL DESARROLLO DEL ESTUDIO</u>	3
2.1	DESARROLLO DE LAS EVALUACIONES ENERGÉTICAS Y DETERMINACIÓN DE ALTERNATIVAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA	3
2.2	DESCRIPCIÓN GENERAL DEL TRABAJO DE CAMPO	3
2.2.1	Solicitud de información	3
2.2.2	Caracterización energética de la planta.....	4
2.3	DETERMINACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS PARA LA DISMINUCIÓN DEL CONSUMO DE ENERGÍA.....	5
2.4	NORMATIVIDAD APLICABLE A LOS DIAGNÓSTICOS ENERGÉTICOS	6
2.5	ANÁLISIS DE RIESGOS OCUPACIONALES	6
2.5.1	Elementos de seguridad industrial.....	6
2.5.2	Riesgos asociados a los recorridos.....	7
2.5.3	Mitigación de riesgos	7
2.6	EQUIPOS DE MEDICIÓN	8
2.6.1	Data Logger	8
2.6.2	Transductor de corriente	9
2.6.3	Transductores de temperatura	9
2.6.4	Analizadores de red y de calidad de energía	10
2.6.5	Cámaras Termográficas.....	10
2.6.6	Termohigroanemómetros.....	11
2.6.7	Luxómetro	11
2.6.8	Vatímetro digital, Multímetros y pinzas amperimétricas digitales.....	12
2.6.9	Tablets.....	12
2.7	MECANISMOS DE CONTROL IMPLEMENTADOS PARA GARANTIZAR LA CALIDAD DE LA INFORMACIÓN.....	13

2.8	FORMATOS DE CAPTURA DE INFORMACIÓN	13
3.	<u>MARCO TEÓRICO</u>	16
3.1	CALIDAD DE ENERGÍA	16
3.1.1	Condiciones frecuentes en calidad de energía	17
3.1.2	Variaciones de frecuencia en el sistema de potencia	19
3.2	ILUMINACIÓN	20
3.2.1	Generalidades	20
3.2.2	Normatividad vigente.....	25
3.3	CLIMATIZACIÓN	26
3.3.1	Condiciones de confort	26
4.	<u>DIAGNOSTICO ENERGÉTICO DE LA SEDE DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES</u>	29
4.1	ASPECTOS GENÉRICOS DE LA EDIFICACIÓN	29
4.1.1	- Identificación y Ubicación de la Edificación	29
4.1.2	Áreas Constructivas.....	30
4.1.3	Datos sobre ocupación.....	32
4.1.4	Reseña sobre la ubicación y el entorno	32
4.1.5	- Contactos y datos de las personas responsables.....	33
4.2	CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS	34
4.2.1	Materiales constructivos.....	34
4.3	SUMINISTRO Y CONSUMO DE ENERGÍA.....	35
4.3.1	Energéticos utilizados.....	35
4.3.2	Suministro de energía	35
4.3.3	Consumo de energía	36
4.4	CARACTERIZACIÓN ENERGÉTICA DE LA EDIFICACIÓN	36
4.4.1	Equipos	36
4.4.2	Sistemas de Uso Final de Energía.....	41
4.4.3	Análisis de las condiciones climáticas interiores del edificio de decanatura	44
4.4.4	Análisis de las cargas térmicas	45
4.5	MEDICIONES REALIZADAS	45

4.5.1	Evaluación del sistema de iluminación	58
4.5.2	Otros equipos	66
4.6	DETERMINACIÓN DE POTENCIALES DE EFICIENCIA ENERGÉTICA	67
4.6.1	SISTEMA DE ILUMINACIÓN	67
4.6.2	EQUIPOS OFIMÁTICOS	69
4.7	GESTIÓN DE INDICADORES.....	71
4.8	ESTRATEGIAS DE MEJORA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA	76
4.8.1	Opciones tipo A	76
4.8.2	Opciones tipo B	77
4.8.3	Opciones tipo C	77
5.	<u>DIAGNOSTICO ENERGÉTICO DE LA SEDE TECNOLÓGICA</u>	81
5.1	ASPECTOS GENÉRICOS DE LA EDIFICACIÓN.....	81
5.1.1	- Identificación y Ubicación de la Edificación	81
5.1.2	Áreas Constructivas.....	82
5.1.3	- Datos sobre ocupación.....	83
5.1.4	- Reseña sobre la ubicación y el entorno	84
5.1.5	- Contactos y datos de las personas responsables.....	85
5.2	CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS	86
5.2.1	Materiales constructivos.....	86
5.3	SUMINISTRO Y CONSUMO DE ENERGÍA.....	87
5.3.1	Energéticos utilizados.....	87
5.3.2	Suministro de energía	87
5.3.3	Consumo de energía	88
5.4	CARACTERIZACIÓN ENERGÉTICA DE LA EDIFICACIÓN.....	88
5.4.1	Equipos	88
5.4.2	Sistemas de Uso Final de Energía.....	92
5.4.3	Análisis de las condiciones climáticas interiores del bloque 1	95
5.4.4	Análisis de las cargas térmicas	96
5.5	MEDICIONES REALIZADAS.....	97
5.5.1	Evaluación del sistema de iluminación	109

5.5.2	Otros equipos	116
5.6	DETERMINACIÓN DE POTENCIALES DE EFICIENCIA ENERGÉTICA	117
5.6.1	SISTEMA DE ILUMINACIÓN	117
5.6.2	EQUIPOS OFIMÁTICOS	119
5.7	GESTIÓN DE INDICADORES.....	121
5.8	ESTRATEGIAS DE MEJORA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA	125
5.8.1	Opciones tipo A	126
5.8.2	Opciones tipo B	127
5.8.3	Opciones tipo C	127
6.	<u>DIAGNOSTICO ENERGÉTICO DE LA FACULTAD DE ARTES ASAB.....</u>	130
6.1	ASPECTOS GENÉRICOS DE LA EDIFICACIÓN.....	130
6.1.1	Identificación y Ubicación de la Edificación	130
6.1.2	Áreas Constructivas.....	131
6.1.3	Datos sobre ocupación.....	132
6.1.4	- Reseña sobre la ubicación y el entorno	132
6.1.5	- Contactos y datos de las personas responsables.....	133
6.2	CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS	134
6.2.1	Materiales constructivos.....	134
6.3	SUMINISTRO Y CONSUMO DE ENERGÍA.....	135
6.3.1	Energéticos utilizados.....	135
6.3.2	Suministro de energía	135
6.3.3	Consumo de energía	136
6.4	CARACTERIZACIÓN ENERGÉTICA DE LA EDIFICACIÓN.....	137
6.4.1	Equipos	137
6.4.2	Sistemas de Uso Final de Energía.....	140
6.4.3	Análisis de las condiciones climáticas interiores del edificio de artes.....	143
6.4.4	Análisis de las cargas térmicas	144
6.5	MEDICIONES REALIZADAS.....	144
6.5.1	Evaluación del sistema de iluminación	155
6.5.2	Otros equipos	161

6.6	DETERMINACIÓN DE POTENCIALES DE EFICIENCIA ENERGÉTICA	162
6.6.1	SISTEMA DE ILUMINACIÓN	162
6.6.2	EQUIPOS OFIMÁTICOS	164
6.7	GESTIÓN DE INDICADORES.....	166
6.8	ESTRATEGIAS DE MEJORA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA	171
6.8.1	Opciones tipo A	171
6.8.2	Opciones tipo B	172
7.	<u>DIAGNOSTICO ENERGÉTICO DE LA FACULTAD DE MACARENA B</u>	175
7.1	ASPECTOS GENÉRICOS DE LA EDIFICACIÓN.....	175
7.1.1	Identificación y Ubicación de la Edificación	175
7.1.2	Áreas Constructivas.....	176
7.1.3	Datos sobre ocupación.....	177
7.1.4	- Reseña sobre la ubicación y el entorno	177
7.1.5	- Contactos y datos de las personas responsables.....	178
7.2	CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS	179
7.2.1	Materiales constructivos.....	179
7.3	SUMINISTRO Y CONSUMO DE ENERGÍA.....	180
7.3.1	Energéticos utilizados.....	180
7.3.2	Suministro de energía	180
7.3.3	Consumo de energía	180
7.4	CARACTERIZACIÓN ENERGÉTICA DE LA EDIFICACIÓN.....	180
7.4.1	Equipos	180
7.4.2	Sistemas de Uso Final de Energía.....	183
7.4.3	Análisis de las condiciones climáticas interiores del edificio	185
7.4.4	Análisis de las cargas térmicas	187
7.5	MEDICIONES REALIZADAS.....	187
7.5.1	Evaluación del sistema de iluminación	193
7.5.2	Otros equipos	199
7.6	DETERMINACIÓN DE POTENCIALES DE EFICIENCIA ENERGÉTICA	199
7.6.1	SISTEMA DE ILUMINACIÓN	199

7.6.2	EQUIPOS OFIMÁTICOS	201
7.7	GESTIÓN DE INDICADORES.....	203
7.8	ESTRATEGIAS DE MEJORA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA	208
7.8.1	Opciones tipo A.....	208
7.8.2	Opciones tipo B	209
7.8.3	Opciones tipo C	209
8.	<u>ANEXO 1. CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN</u>	213
9.	<u>ANEXO 2. LICENCIA OFFICE</u>	219
10.	<u>ANEXO 3. BIBLIOGRAFÍA</u>	221

1. INTRODUCCIÓN

La ley 697 de 2001, propuso el fomento del Uso Racional y Eficiente de la Energía-URE, declarándolo un asunto de interés social, público y de conveniencia nacional, que busca fundamentalmente asegurar el abastecimiento energético pleno y oportuno, la competitividad de la economía, protección al consumidor y utilización de Energías No Convencionales de manera sostenible con el medio ambiente y los recursos naturales.

El Ministerio de Minas y Energía, MME, mediante resolución No. 180919 de junio de 2010, adopta el Plan de Acción Indicativo 2010-2015 para desarrollar el PROURE, el cual incluye estrategias transversales y sectoriales para satisfacer las necesidades energéticas de la población, aprovechando racional y eficientemente los recursos disponibles y promoviendo una economía energética sostenible, mediante la incorporación y desarrollo de nuevas tecnologías y procesos y el fomento de una nueva cultura. El Plan de acción contiene metas indicativas de eficiencia energética y de uso de FNCE a 2015 frente a las cuales se registran importantes avances derivados de diferentes acciones ejecutadas.

Además, las instituciones Distritales deben tener en su estructura administrativa la formulación del PIGA, el cual es un instrumento de planeación que parte del análisis de la situación ambiental institucional, con el propósito de brindar información y argumentos necesarios para el planteamiento de acciones de gestión ambiental que garanticen primordialmente el cumplimiento de los objetivos de ecoeficiencia establecidos en el Decreto 456 de 2008, entre otras acciones ambientales que contemplen las entidades y aporten a la totalidad de los objetivos ambientales establecidos en el PGA.

Este informe incluye la metodología de desarrollo de las caracterizaciones y evaluaciones energéticas, el marco teórico referente a los usos de energía principales, y el plan de eficiencia energética para cada una de las sedes de la universidad Distrital.

1.1 OBJETO DE LA CONTRATACIÓN

Realizar la caracterización energética para la Facultad Tecnológica, Facultad de Artes-ASAB, Facultad de Ciencias y Educación-Macarena B y Facultad de Medio Ambiente y Recursos Naturales de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Los objetivos específicos son:

- A partir del análisis de información secundaria, diagnósticos recorrido y mediciones de variables eléctricas realizar la caracterización energética por usos finales de la energía para la Facultad Tecnológica, Facultad de Artes-ASAB, Facultad de Ciencias y Educación-Macarena B y Facultad de Medio Ambiente y Recursos Naturales de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, a partir del levantamiento y análisis de información primaria y secundaria.
- Identificar medidas para la disminución del consumo de energía a partir de medidas de eficiencia energética aplicables a cada una de las edificaciones evaluadas teniendo en cuenta soluciones técnicas, medidas de tecnología y de operación.
- Priorizar las medidas identificadas teniendo en cuenta su viabilidad técnica y económica, y los tiempos de repago en el desempeño energético de cada edificación.

2. METODOLOGÍA PARA EL DESARROLLO DEL ESTUDIO

2.1 DESARROLLO DE LAS EVALUACIONES ENERGÉTICAS Y DETERMINACIÓN DE ALTERNATIVAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA

Una evaluación energética es un proceso que tiene por objetivo encontrar las oportunidades para optimizar el consumo energético dentro de cualquier sistema consumidor de energía, en este proceso se interrelacionan la eficiencia energética, el mantenimiento y las condiciones de operación como principales componentes para analizar los sistemas. Para concluir que medidas deben tomarse para optimizar los consumos de energía.

Los objetivos del trabajo de campo y el desarrollo del estudio son:

- Evaluar cualitativa y cuantitativamente el consumo de energía.
- Caracterizar energéticamente por usos finales cada una de las edificaciones.
- Determinar la eficiencia energética, pérdidas y despilfarros de energía en cada sede de la universidad.
- Identificar alternativas de eficiencia energética por tipo de implementación.

La metodología para el desarrollo de la evaluación se compone de 4 etapas básicas que son:

1. Solicitud de información
2. Caracterización energética de la planta
3. Identificación de opciones para reducir el consumo de energía
4. Alternativas de mejoras de eficiencia energética

2.2 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL TRABAJO DE CAMPO

El procedimiento para realizar la evaluación energética para cada una de las sedes se compone de las siguientes etapas:

2.2.1 Solicitud de información

En contacto inicial se busca recopilar la información básica de cada una de las edificaciones, los consumos históricos de energéticos y el inventario de equipos consumidores de energía.

La persona responsable por parte de la Universidad es:

<p>CLAUDIA JHOVANNA MARTÍNEZ Tecnóloga de Gestión Ambiental y S.P Plan Institucional de Gestión Ambiental – PIGA</p>

Se solicitó la siguiente información:

- a. Aspectos Genéricos de la Edificación
 - Identificación y Ubicación de la Edificación
 - Años aproximados de construcción
- b. Suministro y Consumo de Energía
 - Energéticos utilizados (Electricidad, Gas Natural, GLP, Otros.)
 - Diagramas unifilares eléctricos y térmicos (circuitos de acometida y distribución).
 - Condiciones de suministro de energía (Tensión de alimentación, presión de suministro de gas natural, características de estación o subestación eléctrica, plantas de emergencia, forma de compra de la energía y tarifas).
 - Condiciones de consumo de energía (registro histórico de los últimos dos años de los consumos de electricidad activa y reactiva, y de los consumos de gas natural, GLP u otros energéticos)
 - Sistemas y equipos de consumo final de energía, eléctricos y térmicos.

2.2.2 Caracterización energética de la planta

Durante esta etapa del proyecto se realizó todas las actividades tendientes a cumplir la revisión energética y caracterización de la edificación. Esto se realizó con mediciones de corrientes, voltaje, potencia, factor de potencia y demás parámetros eléctricos, además de la termografía de tableros y equipos que sean pertinentes.

En la caracterización se analizan los siguientes puntos:

1. Revisión de la información disponible que fue solicitada previamente a la visita
2. Verificación de la información suministrada y evaluación de las necesidades de información adicional, incluyendo la levantada previamente en el acompañamiento realizado por CORPOEMA.
3. Inventario de equipos. Se realizará el inventario de equipos de acuerdo con los siguientes usos finales:

Energía Eléctrica

- Iluminación
- Fuerza (Motores, aire comprimido, bombas, ventiladores etc.)
- Equipos de calor directo
- Refrigeración (neveras, cuartos fríos, etc.)
- Aire acondicionado
- Otros usos (equipo de oficina, computadores, y otros)

Los equipos que se emplean para cada uno de los usos finales pueden tener diferentes patrones de uso, y ser de diferentes marcas y especificaciones. El inventario de equipos incluye la siguiente información: Uso final, equipo, localización en el establecimiento, características eléctricas (voltaje, corriente, potencia, etc.), cantidad y patrón de uso de acuerdo con la información suministrada por los usuarios y/o mediciones.

Equipos térmicos

- Calor directo (hornos, etc)
 - Calor indirecto (calderas, etc.)
4. Se definen los circuitos a medir dependiendo de los planos eléctricos o diagramas unifilares recibidos previamente, tableros de distribución, equipo de medición de la empresa distribuidora de electricidad, etc.
 5. El grupo de mediciones fue el encargado de instalar los analizadores de red en cada uno de los totalizadores de cada transformador, instalara pinzas amperimétricas con registradores de datos los cuales censaran las variables eléctricas minuto a minuto por 24 horas.

Estos recorridos e instalación de equipos se realizaron con acompañamiento de personal técnico de la universidad, se revisaron tableros de distribución, lecturas de monitores, se toman fotos y se recopila información histórica. Se miden temperaturas con cámara termográfica de los transformadores y cajas de conexión, acometidas, contactores y demás equipo de instalaciones eléctricas existentes.

2.3 DETERMINACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS PARA LA DISMINUCIÓN DEL CONSUMO DE ENERGÍA

A partir de la identificación de opciones para reducir el consumo de energía realizada en las evaluaciones energéticas en las diferentes sedes de la universidad, se elaborará una identificación de opciones o alternativas de Eficiencia Energética, posteriormente se elaborara un portafolio de medidas para la disminución del consumo de energía para cada facultad de la universidad.

- Se analizarán tres clases de opciones
 - Opciones básicas, de Costo Cero (o muy bajo costo), introducción de buenas prácticas operativas, de gestión y mantenimiento.
 - Opciones intermedias, con inversiones relativamente bajas y tiempos de recuperación de capital entre 2 y 4 años.
 - Opciones avanzadas con mayores inversiones y tiempos de recuperación más altos.

2.4 NORMATIVIDAD APLICABLE A LOS DIAGNÓSTICOS ENERGÉTICOS

La normatividad aplicable a diagnósticos energéticos, auditorías energéticas y medición de variables eléctricas en campo son muy reducidas o nulas, no obstante para el desarrollo del presente estudio se consideraron las siguientes normas, estándares, guías y protocolos nacionales e internacionales.

- NTC – ISO 50001. Sistemas de gestión de la energía. Requisitos con orientación para su uso. Energy management systems. Requirements with guidance for use. 2011. ICONTEC, esta norma es una adaptación idéntica (IDT) por traducción de la norma ISO 50001:2011.
- ISO TC 242/SC N112 - ISO/CD 50002:2012. Energy Audits. Este es un documento de trabajo, que incluye los lineamientos básicos para la realización de una auditoría energética, la aprobación de este estándar es reciente a nivel mundial, en Colombia aún no se ha adaptado este ISO.
- Protocolo Internacional de Medida y Verificación. Conceptos y opciones para determinar el ahorro de energía y agua, Efficiency Valuation Organization. 2010. Este protocolo describe las prácticas más comunes relacionadas con la medida, el cálculo y la elaboración de informes demostrativos de ahorros, derivados de los diferentes proyectos de eficiencia energética, en las instalaciones del usuario final.
- Sistema de gestión integral de la energía. Guía para la implementación desarrollada por la UPME en 2008, la cual propone una herramienta metodológica para implementar un sistema de gestión de la energía en cualquier empresa.

2.5 ANÁLISIS DE RIESGOS OCUPACIONALES

2.5.1 Elementos de seguridad industrial

A continuación se mencionan los elementos de protección personal que se utilizan para la realización de la evaluación energética.

- Casco de Seguridad
- Camisa de manga larga institucional
- Pantalón de Jean
- Botas de Cuero dieléctricas
- Bloqueador solar
- Guantes

2.5.2 Riesgos asociados a los recorridos

Visitas y recorridos por áreas y equipos con alto consumo de energía

Los riesgos asociados a esta actividad están relacionados con el desconocimiento de los peligros asociados a las áreas de alto voltaje y corriente y los tableros eléctricos de distribución. Riesgos por no respetar la señalización de las áreas peligrosas.

Medición de temperaturas con cámara termográfica en equipos en operación caliente

Los riesgos asociados a esta actividad están relacionados con el desconocimiento de los peligros asociados a las áreas de alta temperatura en los motores, transformadores, calderas y otros equipos. Riesgos por no respetar la señalización de las áreas peligrosas y las distancias mínimas de acercamiento.

2.5.3 Mitigación de riesgos

Visitas y recorridos por áreas y equipos con alto consumo de energía

Para minimizar los riesgos descritos se debe contar con el acompañamiento de personal de mantenimiento experto en el área, con el cual o se ha socializado previamente la actividad a realizar. También se debe conocer previamente los sitios por donde no se puede transitar y las distancias mínimas de acercamiento a los equipos.

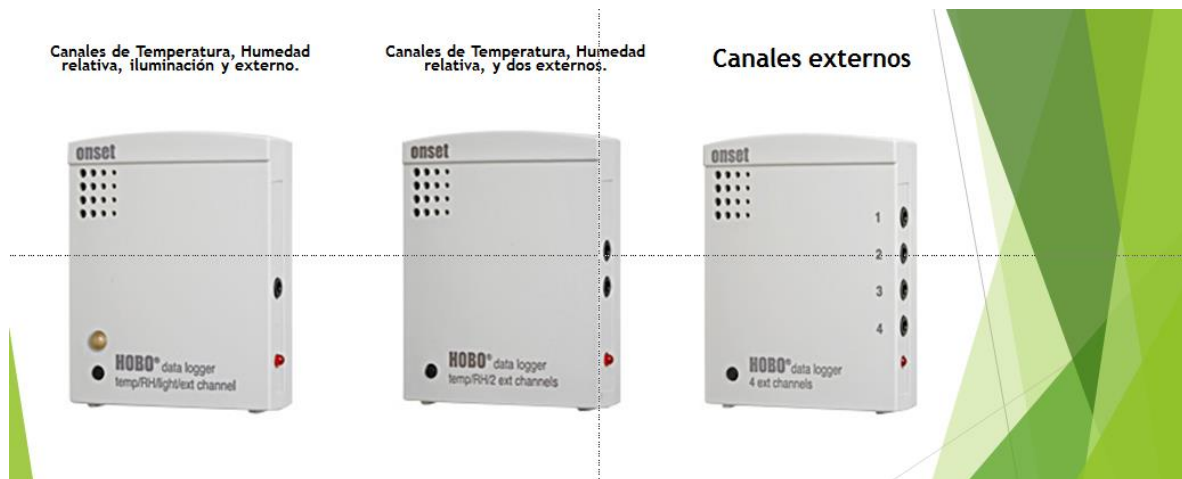
Medición de temperaturas con cámara termográfica en equipos en operación caliente

Para minimizar los riesgos descritos se debe contar con el acompañamiento de personal de mantenimiento experto en el área, con el cual o se ha socializado previamente la actividad a realizar. También se debe conocer previamente los sitios por donde no se puede transitar y las distancias mínimas de acercamiento a los equipos.

2.6 EQUIPOS DE MEDICIÓN

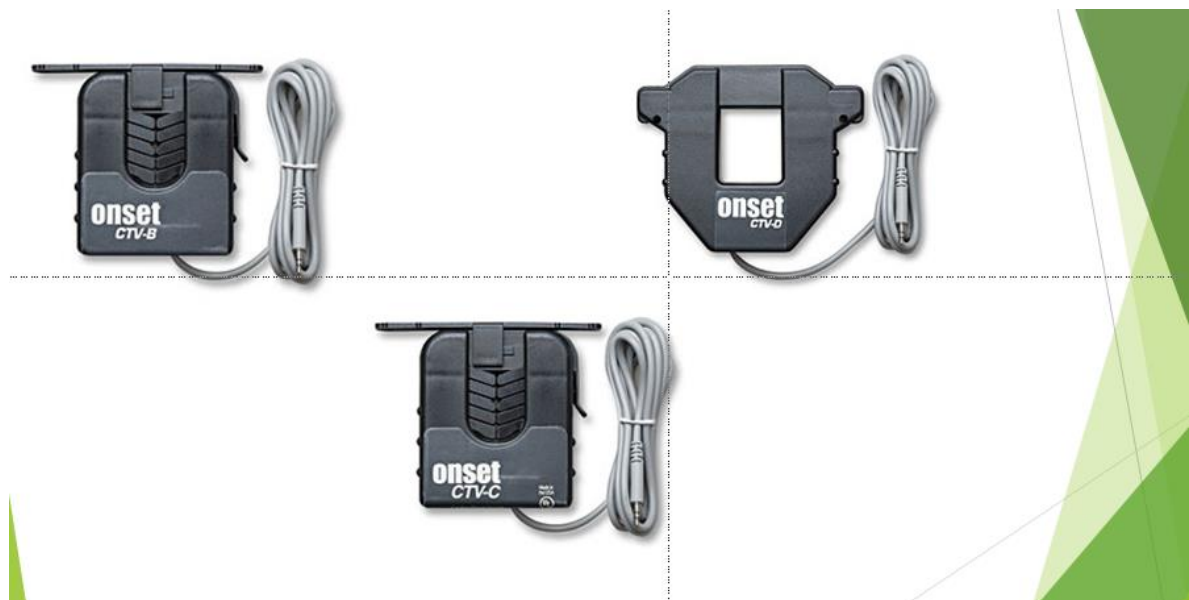
Los siguientes son los equipos de medición con los que cuenta CORPOEMA para la evaluación energética, los certificados y demás especificaciones se muestran en el Anexo 1.

2.6.1 Data Logger



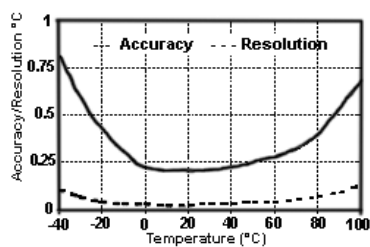
- Registrador de datos de 1, 2 y 4 canales externos, los cuales mediante sensores de corriente y temperatura almacenan información de variables.
- Registradores de datos con sensores internos que censan variables de Iluminación, Humedad Relativa y Temperatura Ambiente.
- Resolución de 12 bits
- Capacidad de memoria alta (43.000 mediciones)
- Arranque programable o manual
- Versiones con sensores internos de temperatura ambiente, humedad relativa y/o intensidad lumínica
- Rango de medición entre 1 s hasta 18 horas

2.6.2 Transductor de corriente



- Sensores de corriente AC, de 20A, 50A, 100A, 200A y 600^a, los cuales censan la corriente y los datos medidos se almacenan en los data logger.
- Tiempo de respuesta entre 100 y 400 ms
- Corriente de entrada AC, onda senoidal
- Opera en circuitos con factor de potencia entre 0.5 y 1, capacitivo o inductivo
- Máximo voltaje AC 600V

2.6.3 Transductores de temperatura



- Sensores externos de temperatura
- Tiempo de respuesta entre 1 y 3 min
- Rango de medición: entre -40 y 100 °C

2.6.4 Analizadores de red y de calidad de energía



- Medidas Verdaderas RMS
- Medidas de calidad de energía, armónicos, potencia y energía activa, reactiva y aparente, demanda pico, factor de potencia, secuencia de fases, frecuencia.
- Funciones de megohmetro
- Funciones de resistencia y resistividad de tierras
- Capacidad de almacenamiento de 2 MB
- Sensores de corriente flexibles de medición de hasta 3000A

2.6.5 Cámaras Termográficas



Permite la toma de imágenes termográficas en instalaciones y equipos eléctricos y térmicos además de estructuras.

2.6.6 Termohigroanemómetros



Permite la toma de muestras de humedad relativa, temperatura y velocidad del aire, equipos utilizados para determinar condiciones de operación de aires acondicionados.

2.6.7 Luxómetro



- Permite la medición de niveles de iluminación.
- Rango: 2.000, 20.000, 50.000 Lux
200, 2.000, 5.000 Pies - Candela
- Tipo de iluminación: Luz de día, Lámpara tungsteno, Fluorescente, mercurio
- Funciones: Salida de datos: RS 232
- Retención de lectura
- Memoria: Máximo, mínimo y promedio

2.6.8 Vatímetro digital, Multímetros y pinzas amperimétricas digitales



- Medición de parámetros eléctricos
- Medidas Verdaderas RMS
- Rango Corriente :700A AC
- Rango Voltaje :600 VAC
- Potencia Real :750KW
- Potencia Aparente :750KVA
- Potencia Reactiva :750KVAR
- Energía :75000KWh, 75000KVAh, 75000Kvarh
- Factor de Potencia :0,3 - 1, 750VAC
- Trifásico

2.6.9 Tablets



Dispositivos para la captura de inventarios, descarga y análisis de mediciones, evaluación preliminar de caracterización, interfaz del sistema AUDITORIAEMA®, con envío remoto de resultados a servidor central de CORPOEMA.

2.7 MECANISMOS DE CONTROL IMPLEMENTADOS PARA GARANTIZAR LA CALIDAD DE LA INFORMACIÓN

Los mecanismos de control diseñados e implementados para garantizar la calidad de la información son los siguientes:

1. Utilización de formatos de medición y visita técnica, los cuales fueron probados exitosamente en otros estudios realizados recientemente en algunas regiones del país.
2. Capacitación a los técnicos y líderes de grupo de mediciones.
3. Entrenamiento y experiencia de los profesionales que realizaron las mediciones en estudios similares, adicionalmente recibieron entrenamiento por parte de los expertos de CORPOEMA en el uso de los aparatos de medición y en la evaluación de la información capturada con los mismos.
4. Supervisión en el levantamiento de inventario de equipamiento por personal idóneo, con experiencia en estudios anteriores. Los encargados del levantamiento de inventario y mediciones fueron supervisados todo el tiempo por personal experto de CORPOEMA y fueron atendidas todas las inquietudes y preguntas en el momento en que se presentaron, los equipos usados se encuentran calibrados según las normas nacionales o internacionales.
5. Validación de resultados de cada registro o establecimiento visitado antes de ingresar a la base de datos para identificar necesidades como rehacer el levantamiento o completar información. También se realizó supervisión de la información después de digitalizada en la base de datos
6. Verificación de datos extremos sobre los resultados en la base de datos.

2.8 FORMATOS DE CAPTURA DE INFORMACIÓN

Para la caracterización del consumo de energía de cada una de las sedes de la universidad Distrital, se adoptaron los siguientes formatos de captura de información, los cuales fueron probados y ajustados, en otros proyectos de similares características, estos formatos de captura están reunidos en una plantilla realizada en EXCEL de Microsoft desarrollado por CORPOEMA denominado AUDITORIA_EMA para el análisis eléctrico. (ver licencia del paquete Microsoft Office en Anexo 2).

Tabla 1. Formatos de captura de información de caracterización

DATOS DE ENERGÉTICOS

	Energéticos usados en la empresa	Empresa comercializadora	Unidad de compra	Tarifa	Tipo de Contrato
<input type="checkbox"/>	Energía Eléctrica	Codensa	kWh	358.70	Febrero (precio unidad de compra)
<input type="checkbox"/>	Gas Natural	No	m3		
<input type="checkbox"/>	GLP	No			
<input type="checkbox"/>	CARBÓN	NO			
<input type="checkbox"/>	ACPM	NO			
<input type="checkbox"/>	Otro	NO			

	Energéticos usados en la empresa	Contador al inicio	Contador al final
<input type="checkbox"/>	Energía Eléctrica		
<input type="checkbox"/>	Gas Natural		

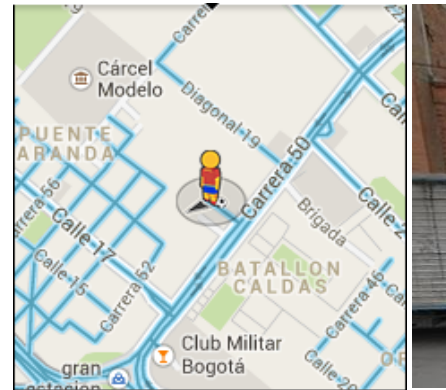
Mes		Energía Eléctrica	Gas Natural	GLP	CARBÓN	ACPM	OTRO
		kWh	m3				
1	jun-11	406,421					
2	jul-11	404,609					
3	ago-11	410,316					
4	sep-11	421,143					
5	oct-11	396,272	465				
6	nov-11	406,195	474				
7	dic-11	397,862	492				
8	ene-12	426,056	462				
9	feb-12	422,826	417				
10	mar-12	392,218	477				
11	abr-12	430,835					
12	may-12	402,041					
13	jun-12	407,126					
14	jul-12	403,539					
15	ago-12	424,896					
16	sep-12	422,347					
17	oct-12	397,909					
18	nov-12	394,813					
19	dic-12	399,780					
20	ene-13	393,476					
21	feb-13	387,253					
22	mar-13	348,484					
23	abr-13	376,006					
24	may-13	368,804					
		401,718					

FACTURA DE:

- Energía Eléctrica Fotografía
- Gas Natural Fotografía
- GLP Fotografía
- CARBÓN Fotografía
- ACPM Fotografía
- Otro Fotografía

ASPECTOS ARQUITECTÓNICOS

EDAD DEL EDIFICIO	20 Años
ÁREA DE LA CONSTRUCCIÓN	255 m2
NUMERO DE PISOS	1
NUMERO DE SÓTANOS	0
ALTURA DE LA EDIFICACIÓN	7 m
DIMENSIONES DE LA EDIFICACIÓN	15*17 m
ORIENTACIÓN DE LA FACHADA PRINCIPAL	
GEOREFERENCIACIÓN	
PUERTAS DE ACCESO	
RELACIÓN MURO / VENTANA	
TIPO DE VIDRIO	Vidrio Templado
TIENE PELÍCULA, ENTINTADO O FILTRO	NO
MATERIALES DE LA FACHADA	Vidrio
TIPO DE MUROS	Bloque



CROQUIS DEL EDIFICIO

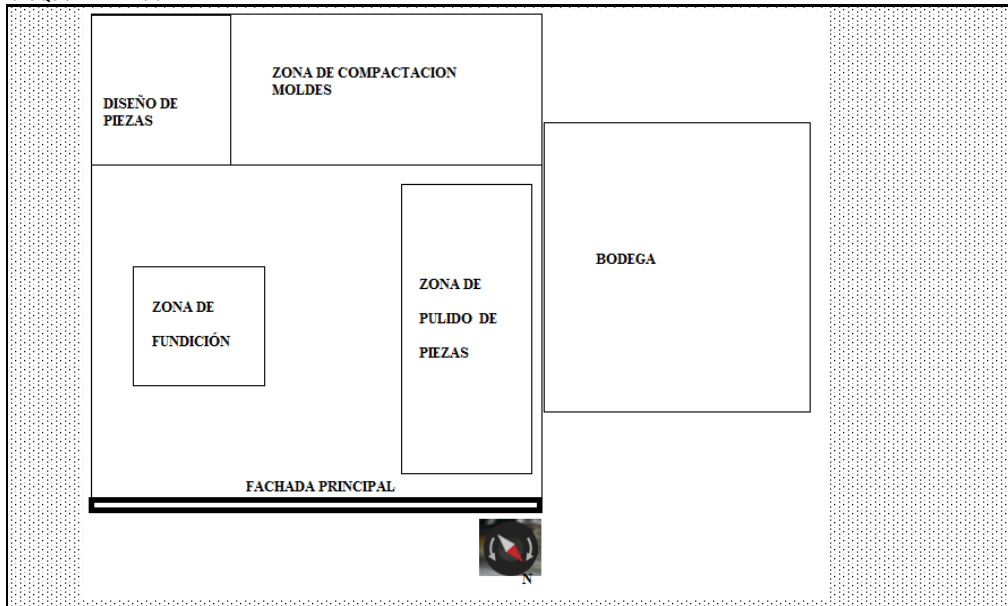


Tabla 2. Formatos de captura de caracterización eléctrica

Consumo Promedio día	847.09 kWh/día	
Consumo medido día	753.84 kWh/día	11.03% Error

INVENTARIO DE EQUIPOS ELÉCTRICOS DE LA INSTITUCIÓN

22615.152

USO FINAL DE ENERGÍA	EQUIPO	ÁREA O PROCESO	POTENCIA (HP)	POTENCIA (W)	CANTIDAD	POTENCIA TOTAL (kW)	TIEMPO DE OPERACIÓN (horas/día)	CONSUMO (kWh/día)	Medido/Estimado
Fuerza_Motriz	COMPRESOR GENERAL	ZONA DE COMPACTACION	12		1	8.95	8	71.616	
Fuerza_Motriz	MEZCLADORA DE TORNILLO	ZONA DE COMPACTACION	1		1	0.75	8	5.968	
Fuerza_Motriz	MEZCLADORA DE RODILLO	ZONA DE COMPACTACION	1		1	0.75	8	5.968	
Fuerza_Motriz	ZARANDA	ZONA DE COMPACTACION	1		1	0.75	8	5.968	
Fuerza_Motriz	RAMBLADORA	ZONA DE PULIDO DE PIEZAS	0.5		2	0.75	8	5.968	
Fuerza_Motriz	PULIDORA	ZONA DE PULIDO DE PIEZAS	1		6	4.48	6	26.856	
Fuerza_Motriz	MAQUINA DE PULIDO	ZONA DE PULIDO DE PIEZAS	15		1	11.19	8	89.52	
Calor_Directo	HORNO DE INDUCCION MAGNETICA	ZONA DE FUNDICIÓN		67746.8	1	67.75	8	541.9744	
						0.00	6	0	
						0.00	2	0	
						0.00		0	

Menu

Guardar

Siguiente



3. MARCO TEÓRICO

En este capítulo se describen los aspectos teóricos más relevantes identificados como alternativas de eficiencia energética en las cuatro facultades de la universidad Distrital.

3.1 CALIDAD DE ENERGÍA

Mucho se habla de calidad de energía cuando se realizan estudios de eficiencia energética, la razón radica en las implicaciones que representa una condición inadecuada en términos de calidad de energía, a la operación normal de dispositivos conectados a una red.

A continuación se realiza una breve descripción conceptual por medio de la cual se desea proporcionar un contexto técnico que en términos generales que permita la comprensión de los resultados obtenidos a partir del recorrido y las mediciones tomadas en las instalaciones evaluadas en el marco de la evaluación energética realizada a las diferentes sedes de la Universidad Distrital.

Tal y como se evidencia en la metodología de desarrollo presentada previamente, los análisis técnicos a ser realizados se basan en las condiciones y características observadas del comportamiento de tensiones, corrientes y potencias en las instalaciones, de ahí que resulta fundamental definir en términos generales las principales características que definen las señales de corriente y tensión en una instalación eléctrica, tal y como se indica a continuación¹:

- Número de Fases: identificar qué tipo de suministro se presenta al equipo de uso final, es decir, si el suministro es monofásico (fase y neutro), bifásico (dos fases) o trifásico (tres fases, tres fases y neutro).
- Amplitud de la onda: la amplitud de una onda es el valor máximo, tanto positivo como negativo, que puede llegar a adquirir la onda senoide, es decir, el valor máximo eficaz que alcanza la señal de tensión o corriente.
- Frecuencia de la onda: La frecuencia (f) del movimiento ondulatorio se define como el número de oscilaciones completas o ciclos por segundo ($f=1/T$), para el caso colombiano, los equipos de uso final y el suministro de la empresa comercializadora es a 60 hz.

Para el caso colombiano, las empresas comercializadoras y el suministro del servicio de energía eléctrica está regido por la resolución CREG CREG 097, *Por la cual se aprueban los principios generales y la metodología para el establecimiento de los cargos por uso de los Sistemas de Transmisión Regional y Distribución Local*.

- ¹ <http://www.si3ea.gov.co/Portals/0/Gie/Docs/calidad.pdf>

La evaluación de la calidad de la energía o la potencia en una instalación se definirá entonces a partir de las condiciones observables en las características mencionadas anteriormente, de ahí que resulte tan importante su consideración y entendimiento a profundidad. Algunas de las condiciones que se presentan con mayor frecuencia en instalaciones de todo tipo se indican a continuación.

3.1.1 Condiciones frecuentes en calidad de energía

3.1.1.1 Desequilibrio de fases

En términos práctico, el desequilibrio o desbalance de tensiones en un sistema eléctrico ocurre cuando las tensiones entre las tres líneas no son iguales y puede ser definido como la desviación máxima respecto al valor promedio de las tensiones de línea, dividida entre el promedio de las tensiones de línea, expresado en porcentaje.

Las fuentes más comunes del desequilibrio de tensiones son las cargas monofásicas conectadas en circuitos trifásicos, los transformadores conectados en delta abierto, fallas de aislamiento en conductores no detectadas, entre otras. Se recomienda que el desequilibrio de tensiones sea menor al 2%.²

3.1.1.2 Armónicos

Los armónicos en sistemas eléctricos se caracterizan por la deformación de la onda sinusoidal pura ideal debido a las características voltaje-intensidad de las cargas no lineales. Su duración está presente en la red todo el tiempo en el cual actúan dichas cargas. En términos prácticos la tasa de distorsión armónica total de la tensión suministrada no debe sobrepasar el 8%.³

Los equipos y sistemas cuyas características tensión-corriente no es lineal, son los causantes de la polución armónica, como equipos que contengan dispositivos electrónicos de conmutación como rectificadores, fuentes de alimentación, variadores de velocidad, arrancadores estáticos, balastos electrónicos, equipos de arco eléctrico, equipos ferromagnéticos con características no lineales de magnetización en condiciones de saturación, entre otros.

Los efectos adversos ocasionados en el sistema a partir de la presentación de armónicos son: fenómenos de resonancia, fallos de los circuitos de control que utilicen formas de onda sinusoidales como referencia, interferencias telefónicas, calentamiento y envejecimiento prematuro de máquinas, deterioro de instalaciones), corrientes notables en el conductor neutro, actuación de las protecciones a sobre-intensidades, disparo intempestivo de relés, protecciones entre otros.

² [<http://www.si3ea.gov.co/Portals/0/Gie/Docs/calidad.pdf>]

³ <http://oretano.iEle-ab.uclm.es/~carrion/potencia/descargaME/normativa.pdf>

En consecuencia, esta situación puede llegar a causar un funcionamiento incorrecto de los equipos y dispositivos, en su mayoría con componentes electrónicos sensibles, que han sido diseñados para operar bajo condiciones normales, es decir en condiciones de poca distorsión armónica. Además, se presenta un incremento en los costos de operación como resultado de algunos factores ligados a la generación de armónicas⁴.

A continuación se listan los efectos de la presentación de armónicos en los principales equipos y dispositivos:

- Pérdidas joule por calentamiento de conductores ante la variación de frecuencia y circulación de corriente directa. Frecuencias fundamentales de armónicos
- Variación de frecuencia/ variación de resistencia en conductores/ aumento de pérdidas
- Efecto en interruptores en tableros de distribución: los fusibles e interruptores termomagnéticos operan por el calentamiento producido por el valor RMS de la corriente, por lo que protegen de manera efectiva a los conductores de fase y al equipo contra sobrecargas por corrientes armónicas. Por otro lado, la capacidad interruptiva no se ve afectada por las componentes armónicas en los sistemas eléctricos puesto que durante condiciones de falla, las fuentes que contribuyen a la misma son de frecuencia fundamental⁵.
- Efecto en los motores de inducción: aumento en pérdidas y la disminución en el torque generado.
- Efectos en equipos electrónicos sensitivos son susceptible a operación incorrecta a causa de las armónicas. En algunos casos estos equipos dependen de la determinación precisa del cruce por cero del voltaje u otros aspectos de la forma de onda del mismo, por lo que condiciones de distorsión pueden afectar su operación adecuada.
- En lo que respecta a equipo de medición e instrumentación estos son afectados por las componentes armónicas, principalmente si se tienen condiciones de resonancia que causen altos voltajes armónicos en los circuitos. Para el caso de medidores se pueden tener errores positivos o negativos, dependiendo del tipo de medidor y de las armónicas involucradas.

Tal y como se evidencia en el listado previo, la presencia de armónicos en un sistema conlleva a que se presenten y aumenten considerablemente todo tipo de pérdidas en equipos y dispositivos, de ahí que su identificación, análisis y tratamiento sea considerado primordial cuando se tratan temas de eficiencia energética.

⁴ <http://www.mty.itesm.mx/decic/deptos/ie/profesores/allamas/cursos/ueee/armonicas/07Efectarm.PDF>

⁵ [http://www.mty.itesm.mx/decic/deptos/ie/profesores/allamas/cursos/ueee/armonicas/07Efectarm.PDF]

El Estándar IEC-61000-3-2, norma internacional limita los valores de emisión de corrientes armónicas para equipos cuya corriente de entrada sea menor igual a 16 A por fase, destinados a conectarse a redes públicas de baja tensión.

3.1.1.3 Fluctuaciones de tensión

Tal y como su nombre lo indica, las fluctuaciones de tensión consisten en variaciones consecutivas de la tensión que suelen sobrepasar la tensión nominal en el +5% y el +10% durante instantes de tiempo que pueden establecerse entre varios mili-segundos hasta 10 segundos.

Se produce por el funcionamiento de los receptores que varían su carga de forma rápida y producen una caída de tensión variable en la red. Los equipos que lo producen son por ejemplo hornos de arco, instalaciones de soldadura por arco o por resistencias, molinos de trituración. Su aparición se debe a la propia instalación que los produce o debido a las explotaciones de clientes próximos.

Los efectos en las lámparas de incandescencia y de descarga se basan en un parpadeo que provoca una sensación molesta a partir de cierta amplitud de variación, condición a ser considerada relevante en edificaciones son actividad administrativa y académica.

Adicionalmente a los efectos mencionados, los desequilibrios de tensión producen calentamiento en los devanados de las máquinas provocando pérdidas y envejecimiento, defectos en la tensión de salida de rectificadores trifásico y sobre-intensidades notables en el conductor neutro⁶.

3.1.2 Variaciones de frecuencia en el sistema de potencia

La variación de frecuencia es la desviación de la frecuencia fundamental del sistema de su valor nominal especificado (60 Hz en el caso de Colombia).

La frecuencia está directamente relacionada con la velocidad de rotación de los generadores que componen el sistema. Normalmente existen ligeras variaciones de frecuencia debido a la fluctuación del balance entre la generación y la demanda de potencia de un sistema.

El Consejo de la Industria de Tecnología de la Información (ITIC) describe los valores tolerables y la duración de las variaciones de voltaje que pueden ocurrir sin dañar o interrumpir las funciones de sus productos.

Estos valores son aplicables a sistemas de 120 V R.M.S. 60 Hz. Se definen tres regiones; la región prohibida, donde no es posible la explotación, la zona de operación sin interrupciones y la región donde no deben suceder daños permanentes a sus equipos ante variaciones de la magnitud mostrada⁷.

⁶ <http://oretano.iele-ab.uclm.es/~carrion/potencia/descargaME/normativa.pdf>

⁷ <http://www.si3ea.gov.co/portals/0/gie/docs/calidad.pdf>

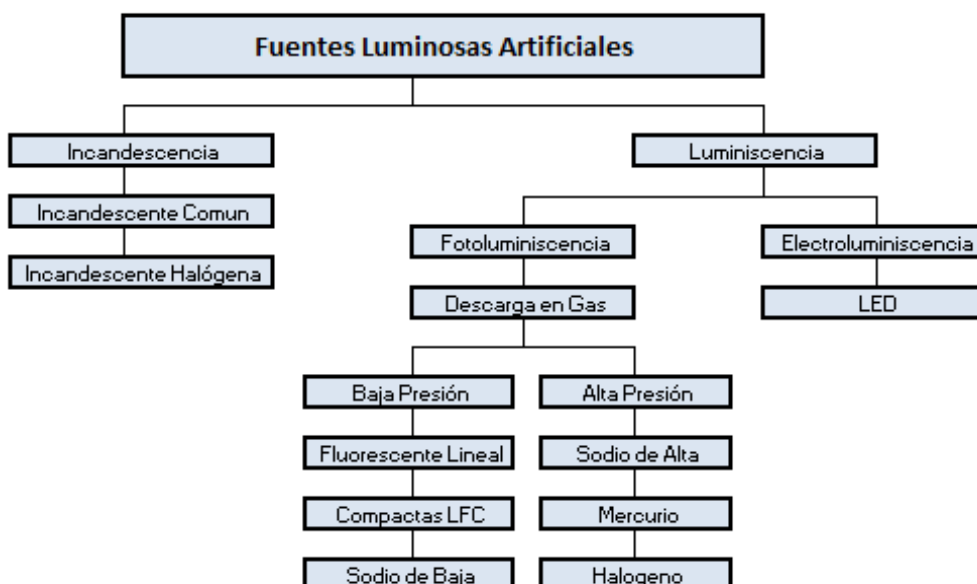
3.2 ILUMINACIÓN

3.2.1 Generalidades⁸

3.2.1.1 Tipos de luminarias

En la actualidad en el mercado existen diferentes tipos de luminarias diseñadas para diferentes tipos de áreas y que se pueden clasificar dependiendo de la tecnología que estas manejan, en la universidad Distrital se utilizan varias de estas tecnologías tales como incandescentes, fluorescentes, haluro metálico, sodio y mercurio. La siguiente figura muestra las dos principales clasificaciones y los tipos de luminaria que pertenecen a cada una de ellas.

Figura 1. Clasificación de las Luminarias por Tecnología



Fuente: 2009. O'Donell

⁸ Minminas. Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público. RETILAP. Colombia. 2010
O'Donell B./ Sandoval J./ Paukste F., FUENTES LUMINOSAS, capítulo 4, Libro ILUMINACIÓN EFICIENTE, Proyecto ELI Ed. Manual Técnico de iluminación, Fundación red de Energía. 2009

3.2.1.2 Vida Útil

Período de servicio efectivo de una fuente que trabaja bajo condiciones y ciclos de trabajo nominales hasta que su flujo luminoso sea el 70 % del flujo luminoso total. La tabla siguiente muestra la vida útil de las principales tipos de lámparas.

Tabla 3. Vida útil por tecnologías de iluminación

Lampara	Vida Nominal (horas)
Incandescente Convencional	750 a 2000
Incandescente Halógeno	1000 a 1500
Fluorecente Compacta	3000 a 20000
Fluorescente	6000 a 36000
Luz Mixta	6000 a 12000
Vapor de Mercurio	Mas de 24000
Vapor de sodio Alta Presión	24000
Vapor de Sodio de Baja Presión	18000
LED	100000

3.2.1.3 Vida Económica

Período de tiempo transcurrido, expresado en horas, hasta cuando la relación entre el costo de reposición de la fuente luminosa y el costo de los lúmen – hora que sigue produciendo ya no es económicamente favorable- La vida económica depende, por consiguiente, del costo de las fuentes luminosas de reemplazo, del costo de su instalación en el portabombilla (mano de obra) y del costo de la energía eléctrica.

Tabla 4. Vida económica por tecnologías de iluminación

Lampara	Vida Económica (horas)
Incandescente Convencional	Al final de la Vida
Incandescente Halógeno	Al final de la Vida
Fluorecente Compacta	Al final de la Vida
Fluorescente	Al 90% de la Vida
Luz Mixta	Al 60% de la Vida
Vapor de Mercurio	Al 60% de la Vida
Vapor de sodio Alta Presión	Al 80% de la Vida
Vapor de Sodio de Baja Presión	Al final de la Vida
LED	Al 60% de la Vida

3.2.1.4 Potencia

Potencia requerida por la fuente luminosa, según indicación del fabricante, para producir el flujo luminoso nominal. Se expresa en vatios (W).

Tabla 5. Rango de Potencias por tecnologías de iluminación

Lampara	Rango de Potencias (W)
Incandescente Convencional	3 a 600
Incandescente Halógeno	5 a 1500
Fluorecente Compacta	5 a 70
Fluorescente	6 a 216
Luz Mixta	160 a 610
Vapor de Mercurio	50 a 1000
Vapor de sodio Alta Presión	35 a 1000
Vapor de Sodio de Baja Presión	18 a 180
LED	0.1 a 150

3.2.1.5 Tiempo de Encendido

Es el tiempo que tarda una lámpara en emitir el 90% de su flujo nominal. El tiempo de estabilización depende del tipo de lámpara y de su potencia.

Tabla 6. Tiempo de Encendido por tecnologías de iluminación

Lampara	Tiempo de Encendido (min)
Incandescente Convencional	Instantaneo
Incandescente Halógeno	Instantaneo
Fluorecente Compacta	Muy Rapido
Fluorescente	Instantaneo
Luz Mixta	Rapido
Vapor de Mercurio	5-7min
Vapor de sodio Alta Presión	5-7min
Vapor de Sodio de Baja Presión	3-5min
LED	Rapido

3.2.1.6 Falla Típica

La falla se puede presentar prematuramente ó al final de la vida pero cada sistema tiene una forma diferente de hacerlo. Así, una lámpara incandescente no enciende, una fluorescente parpadea y sus extremos se oscurecen, una de alta intensidad de descarga (HID) cambia de color y reduce su flujo luminoso, una de vapor de sodio en alta tensión sufre “drop out” ó encendido y parpadeo intermitente.

Tabla 7. Falla típica por tecnologías de iluminación

Lampara	Falla Típica
Incandescente Convencional	No enciende
Incandescente Halógeno	No enciende
Fluorecente Compacta	No enciende o Parpadea
Fluorescente	No enciende o Parpadea
Luz Mixta	No enciende o muy tenue
Vapor de Mercurio	Enciende y Apaga
Vapor de sodio Alta Presión	No enciende
Vapor de Sodio de Baja Presión	No enciende
LED	No enciende o Parpadea

3.2.1.7 Índice de rendimiento de color (Ra)

Efecto de una fuente de luz sobre el aspecto cromático de los objetos que ilumina por comparación con su aspecto bajo una fuente de luz de referencia. La forma en que la luz de una bombilla reproduce los colores de los objetos iluminados se denomina índice de rendimiento de color (Ra). El color que presenta un objeto depende de la distribución de la energía espectral de la luz con que está iluminado y de las características reflexivas selectivas de dicho objeto. En lámparas convencionales cuando el Ra aumenta, la eficacia baja y la lámpara tienen un mayor costo.

Tabla 8. Ra por tecnología de iluminación

Lampara	Indice de Rendimiento de Color (K)
Incandescente Convencional	72-95
Incandescente Halógeno	90-99
Fluorecente Compacta	66-92
Fluorescente	66-86
Luz Mixta	66-68
Vapor de Mercurio	15-45
Vapor de sodio Alta Presión	21-65
Vapor de Sodio de Baja Presión	NA
LED	50-85

3.2.1.8 Temperatura de Color

Temperatura absoluta de un cuerpo negro radiador que tiene una cromaticidad igual a la de la fuente de luz. Se mide en Kelvin (K).

Tabla 9. Temperatura de color por tecnología de iluminación

Lampara	Temperatura Color (K)
Incandescente Convencional	2400-2700
Incandescente Halógeno	2900-3200
Fluorecente Compacta	2700-6600
Fluorescente	2900-6600
Luz Mixta	3600-4100
Vapor de Mercurio	3000-6700
Vapor de sodio Alta Presión	1900-2100
Vapor de Sodio de Baja Presión	1800
LED	2700-6600

3.2.1.9 Depreciación lumínica

Disminución gradual de emisión luminosa durante el transcurso de la vida útil de una fuente luminosa.

Tabla 10. Depreciación lumínica por tecnología de iluminación

Lampara	Depresion de Lúmenes (Adim)
Incandescente Convencional	De Bueno a Excelente
Incandescente Halógeno	De Regular a Bueno
Fluorecente Compacta	De Regular a Bueno
Fluorescente	De Regular a Bueno
Luz Mixta	Pobre
Vapor de Mercurio	De Pobre a Regular
Vapor de sodio Alta Presión	Bueno
Vapor de Sodio de Baja Presión	Excelente
LED	De Pobre a Regular

3.2.1.10 Eficacia

Relación entre el flujo luminoso total emitido por una fuente luminosa (bombilla) y la potencia de la misma. La eficacia de una fuente se expresa en lúmenes/vatio (lm/W).

Tabla 11. Eficacia por tecnología de iluminación

Lampara	Eficacia (Lm/W)
Incandescente Convencional	9 a 30
Incandescente Halógeno	16 a 25
Fluorecente Compacta	50 a 90
Fluorescente	37 a 104
Luz Mixta	19 a 28
Vapor de Mercurio	22 a 63
Vapor de sodio Alta Presión	64 a 125
Vapor de Sodio de Baja Presión	100 a 183
LED	25 a 83

3.2.2 Normatividad vigente

El Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público – RETILAP, establece condiciones mínimas, máximas y promedio de los niveles de iluminación en diferentes áreas, la tabla siguiente muestra específicamente estos niveles en las áreas de oficina, áreas generales, salones y zonas más específicas.

Tabla 12. Niveles de iluminancia y deslumbramiento (UGR)

TIPO DE RECINTO Y ACTIVIDAD	UGR _L	NIVELES DE ILUMINANCIA (lx)		
		Mínimo.	Medio	Máximo
Áreas generales en las edificaciones				
Áreas de circulación, corredores	28	50	100	150
Escaleras, escaleras mecánicas	25	100	150	200
Vestidores, baños.	25	100	150	200
Almacenes, bodegas.	25	100	150	200
Oficinas				
Oficinas de tipo general, mecanografía y computación	19	300	500	750
Oficinas abiertas	19	500	750	1000
Oficinas de dibujo	16	500	750	1000
Salas de conferencia	19	300	500	750
Colegios y centros educativos.				
<i>Salones de clase</i>				
Iluminación general	19	300	500	750
Tableros	19	300	500	750
Elaboración de planos	16	500	750	1000
<i>Salas de conferencias</i>				
Iluminación general	22	300	500	750
Tableros	19	500	750	1000
Bancos de demostración	19	500	750	1000
Laboratorios	19	300	500	750
Salas de arte	19	300	500	750
Talleres	19	300	500	750
Salas de asamblea	22	150	200	300

Fuente: 2011. MINMINAS. RETILAP

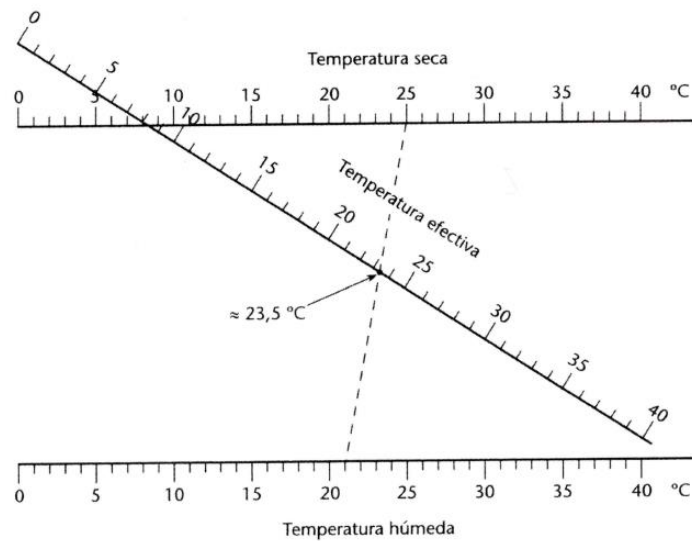
3.3 CLIMATIZACIÓN

3.3.1 Condiciones de confort

Está demostrado que ciertas condiciones ambientales (aproximadamente 23°C y 50% de humedad relativa) proporciona una sensación placentera de confort ambiental. Es evidente que la temperatura es uno de los parámetros más importantes a tener en cuenta, aunque un ambiente seco es más agradable que uno húmedo. Si la sequedad del aire es muy pronunciada, pronto se manifiestan ciertos inconvenientes, tales como sequedad de las mucosas, exceso de electricidad estática y otros, pero si el ambiente es muy húmedo tenemos una sensación de ahogo con el agravante que es difícil eliminar fácilmente el sudor. En síntesis, tener el control de la temperatura y la humedad del aire, el ruido, la ventilación y purificación del aire nos dará la clave para conseguir un ambiente de confort o bienestar. Existen dos líneas de actuación para conseguir este control, la climatización pasiva (aspectos arquitectónicos) y la climatización activa (dispositivos de AA). La primera pretende conseguir un ambiente de confort por medio de un buen diseño de la vivienda o edificación, utilizando en climas cálidos cubiertas ligeras y frescas, así como fachadas reflectoras de la energía solar. La segunda utiliza aparatos alimentados con energía eléctrica que extraen el calor de la edificación y la climatizan apropiadamente.

Para conseguir un estado de confort y bienestar es necesario regular por lo menos dos de las variables mencionadas, la temperatura y la humedad, la determinación experimental de este estado de bienestar se lleva a cabo utilizando métodos estadísticos pues es evidente que esta sensación de bienestar puede diferir de unas personas a otras y depende también de la actividad que realizan y del tipo de vestimenta de cada una, se puede condensar el efecto de las dos variables en una utilizando el concepto de temperatura efectiva (ver en la figura siguiente un ábaco para calcularla). La temperatura seca es la que leemos en un termómetro normal, la temperatura húmeda es la que leemos en un termómetro que tiene el bulbo cubierto con gasa o algodón humedecidos con agua, si el aire está saturado de vapor de agua la indicación de los dos termómetros es la misma. Ejemplo: supongamos que tenemos instalado un psicrómetro (doble termómetro) en un recinto y leemos los siguientes valores: termómetro seco 25 °C, termómetro húmedo 21°C. En el ábaco de la figura señalamos 25 °C en la línea de temperatura seca y 21°C en la línea de temperatura húmeda, unimos con una recta y la intersección de esta recta con la línea inclinada nos indica el valor de la temperatura efectiva, que en este caso es de 23,5 °C.

Figura 2. Temperaturas en un recinto



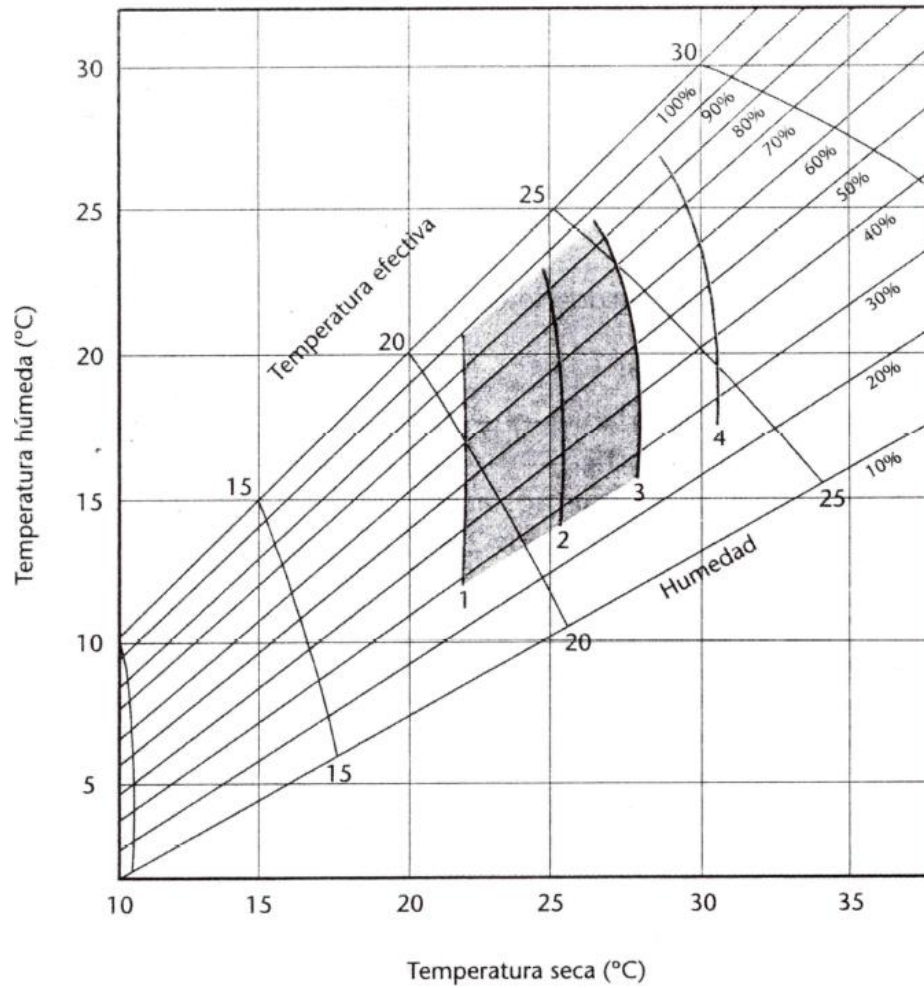
Fuente: Ashrae

El resultado de someter experimentalmente a varias personas a diferentes condiciones se presenta en gráficos denominados diagramas de confort, existen varios de ellos, uno de los más utilizados es el elaborado por ASHRAE (American Society of Heating and Air Conditioning Engineers), el cual se muestra en la Figura 3, en el eje horizontal está la temperatura seca y en el eje vertical la temperatura húmeda, las líneas inclinadas de abajo a arriba son indicativas de distintos grados de humedad relativa. Las líneas curvas que cortan a estas en 15, 20, 25 y 30 °C son las de la temperatura efectiva. El significado de las líneas 1, 2, 3, y 4 es:

- 1: Ligeramente fresco,
- 2: Confortable
- 3: Ligeramente caluroso
- 4: Caluroso

Estas zonas de confort también dependen de la procedencia inmediata de la persona, es decir si viene de la calle de si viene tranquila o agitada y del tiempo de permanencia y de su actividad en el ambiente, trabajo de oficina, de aseo o de trabajo físico etc.

Figura 3. Condiciones de confort



Fuente: Manual de Aire Acondicionado. Carrier

4. DIAGNOSTICO ENERGÉTICO DE LA SEDE DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

4.1 ASPECTOS GENÉRICOS DE LA EDIFICACIÓN

4.1.1 - Identificación y Ubicación de la Edificación

Se encuentra ubicada en la ciudad de Bogotá, Departamento de Cundinamarca, en la Carrera 5 Este No 15-82. Es también llamada sede el Vivero.

Figura 4. Ubicación de la edificación de la sede de medio ambiente y recursos naturales



Fuente: 2014. Google Earth

Figura 5. Arquitectura sede El Vivero



Fuente: 2014. Universidad Distrital

4.1.2 Áreas Constructivas

La edificación principal de esta sede tiene 6 pisos, esta sede está conformado por dos áreas principales, el globo A y el globo B, con 6.406,15 m² y 852,44 m² respectivamente de área construida.

Figura 6. Edificación de la sede Vivero



La tabla siguiente muestra el área por edificio de la sede el Vivero, nótese el gran porcentaje de las áreas está destinada a aulas de clase, seguido por la parte administrativa.

Tabla 13. Áreas por edificios de la sede El Vivero

ID EDIFICIO	EDIFICIO	ID PLANTA	PLANTA	ÁREA CONSTRUIDA (m ²)	ÁREA ESTRUCTURA (m ²)	ÁREA ÚTIL (m ²)
FMVI01	LABORATORIO DE BIOLOGIA	FMVI0101	01	438,40	37,02	401,38
		FMVI0102	02	31,65	4,15	27,50
				470,05	41,17	428,88
FMVI02	LABORATORIO DE SUELOS	FMVI0201	01	248,57	55,82	192,75
		FMVI02ME	ME	60,50	29,51	30,99
				309,07	85,33	223,74
FMVI03	BIENESTAR INSTITUCIONAL	FMVI0301	01	108,50	11,84	96,66
		FMVI0302	02	105,17	9,89	95,28
				213,67	21,73	191,94
FMVI04	ADMINISTRATIVO	FMVI0401	01	344,77	32,01	312,76
		FMVI0402	02	608,37	55,49	552,88
				953,14	87,50	865,64
FMVI05	AULAS	FMVI0501	01	1.207,00	123,49	1.083,51
		FMVI05ME	ME	33,76	7,44	26,32
		FMVI0502	02	1.112,40	139,40	973,00
		FMVI0503	03	818,87	90,88	727,99
		FMVI0504	04	799,07	120,20	678,87
		FMVI0505	05	694,04	118,35	575,69
				4.665,14	599,76	4.065,38
FMVI06	INVERNADERO DE EXPERIMENTACION			131,00	11,53	119,47
FMVI07	GIMNASIO			254,65	23,42	231,23
FMVI08	CARPINTERIA			190,35	167,98	22,37
FMVI09	VIVERO			276,44	11,00	265,44

Fuente: 2014. UDistrital

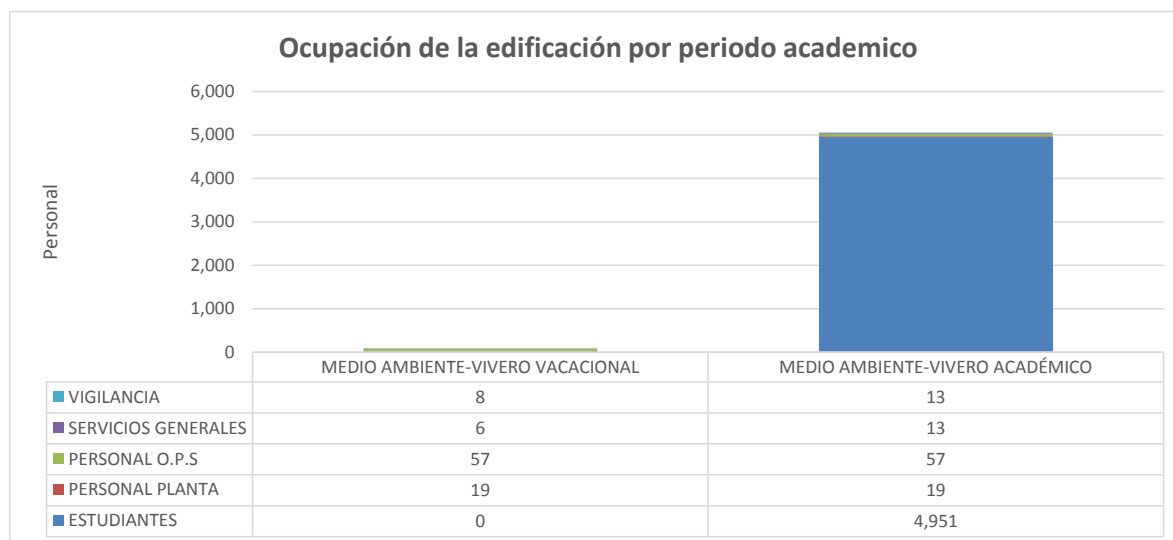
4.1.2.1 Años aproximados de construcción

La edificación de la sede de medio ambiente y recursos naturales de la universidad distrital inicio operaciones en el año 2000.

4.1.3 Datos sobre ocupación

La sede de la universidad opera de lunes a sábado, en las épocas de actividad académica alberga en promedio 4.951 estudiantes mas el personal administrativo y docente los cuales alcanzan 102 personas, en época de vacaciones solo se encuentran en la sede 90 personas, la figura siguiente muestra esta ocupación.

Figura 7. Ocupación de la sede de medio ambiente y recursos naturales

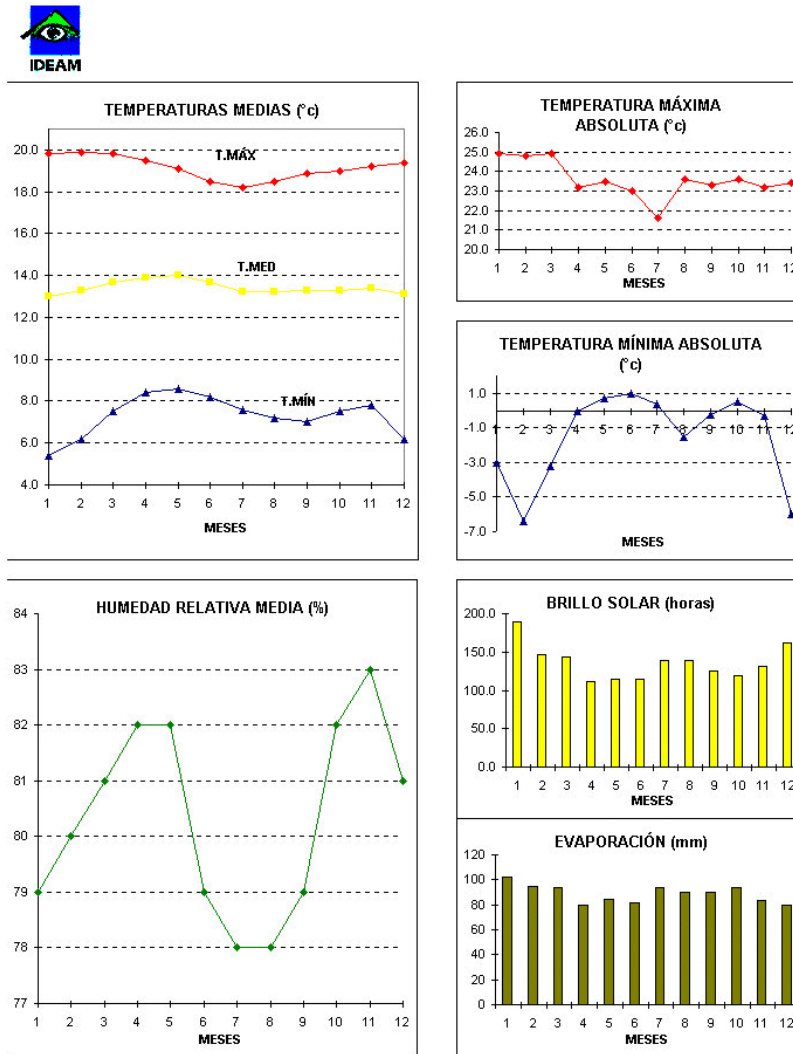


4.1.4 Reseña sobre la ubicación y el entorno

- Zona climática: Fría
- Temperatura: 12.6°C
- Altura sobre el nivel del mar: 2.625 metros
- Humedad relativa media anual: 78 y 82%
- Presión atmosférica 1012 milibares
- Precipitación medio anual 90 cm.

La figura siguiente muestra gráficamente el comportamiento promedio de las variables climatológicas en la ciudad de Bogotá, datos tomados por el IDEAM en la estación del aeropuerto El Dorado.

Figura 8. Variables climatológicas ciudad de Bogotá



Fuente: IDEAM – 2014

4.1.5 - Contactos y datos de las personas responsables

CLAUDIA JHOVANNA MARTÍNEZ
Tecnóloga de Gestión Ambiental y S.P
Plan Institucional de Gestión Ambiental – PIGA

Acompañante al recorrido: Belisario Comba Chisica

4.2 CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS

4.2.1 Materiales constructivos

<ul style="list-style-type: none">• Tipo de muros: Muros de culata en Bloque en concreto, cerámica, concreto a la vista, paneles divisorios, ladrillo a la vista y muro pañetado y estucado. (edificio natura)	
<ul style="list-style-type: none">• Techos: Techos en concreto a la vista, pañetados y estucados, recubiertos en dry Wall, icopor y lamina sonocor. (edificio decanatura)	
<ul style="list-style-type: none">• Superficies acristaladas: Ventanería en cristal estándar con entintado, vidrio esmerilado, laminado y templado o de seguridad (edificio natura)	
<ul style="list-style-type: none">• Pisos: Terminado enchapados en baldosín o cerámica, concreto quemado, granito pulido, alfombra, vinisol, concreto a la vista (Consultorio Ambiental)	

4.3 SUMINISTRO Y CONSUMO DE ENERGÍA

4.3.1 Energéticos utilizados

La sede de ambiente y recursos naturales consume Electricidad únicamente, no utiliza ni GLP, ni gas natural para procesos térmicos, usa ACPM en poca cantidad para protocolos de encendido de la planta eléctrica.

4.3.2 Suministro de energía

El suministro de energía de la sede El Vivero es a partir de la red propiedad de CODENSA, el cual alimenta a 220 Vac. La figura siguiente muestra el tablero de la subestación de la sede.

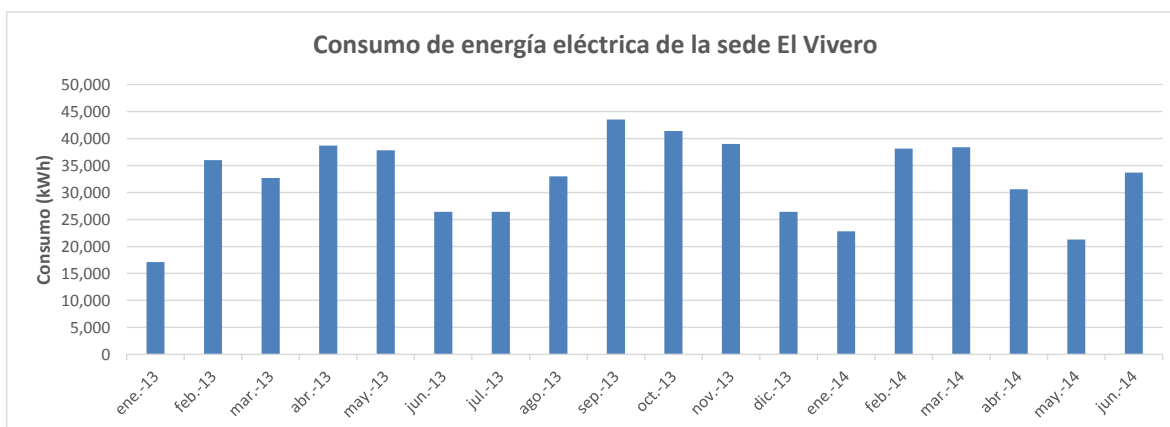
Figura 9. Tablero Subestación de la sede Vivero



4.3.3 Consumo de energía

La figura siguiente muestra el consumo de Energía de 2013 y 2014, la energía es comprada a CODENSA ESP, con tarifa del sector oficial, se puede observar que los meses de enero, mayo, junio y julio son los de menor consumo lo cual es debido a las temporadas de vacaciones, y el mes de mas alto consumo fue septiembre de 2013. El consumo promedio de energía eléctrica es de 31.793 kWh/mes.

Figura 10. Consumo de energía eléctrica 2013 - 2014



4.4 CARACTERIZACIÓN ENERGÉTICA DE LA EDIFICACIÓN

4.4.1 Equipos

Las tablas siguientes muestran el inventario de equipos eléctricos encontrados en las instalaciones de la sede de ambiente.

Tabla 14. Resumen del consumo de electricidad y potencia instalada por uso final en la sede El Vivero

USO FINAL DE ENERGÍA	Consumo de Electricidad (kWh)	POTENCIA TOTAL (kW)
Equipos_Ofimaticos	240.8	33.3
Calor_Directo	166.9	56.1
Fuerza_Motriz	130.6	34.4
Refrigeracion	107.5	8.4
Otros	63.1	36.7
Aire_Acondicionado	10.8	2.7
Equipos_Entretenimiento	7.9	3.6
Total general	727.4	175.3

Tabla 15. Inventario de equipos y sistema de Aire Acondicionado

USO FINAL DE ENERGÍA	EQUIPO	ÁREA O PROCESO	POTENCIA (HP)	POTENCIA (W)	CANTIDAD	POTENCIA TOTAL (kW)	TIEMPO DE OPERACIÓN (horas/día)	CONSUMO (kWh/día)
Aire_Acondicionado	Mini Split	LABORATORIOS (Lab Suelos) Piso 2		1200	1	1.20	4	4.8
Aire_Acondicionado	Mini Split	LABORATORIOS Biología Molecular		1500	1	1.50	4	6

Tabla 16. Inventario de equipos generadores de calor directo

USO FINAL DE ENERGÍA	EQUIPO	ÁREA O PROCESO	POTENCIA (HP)	POTENCIA (W)	CANTIDAD	POTENCIA TOTAL (kW)	TIEMPO DE OPERACIÓN (horas/día)	CONSUMO (kWh/día)
Calor_Directo	Microondas	Piso 5 Red de datos oficina EDIFICIO NATURA		1200	1	1.20	0.3	0.36
Calor_Directo	Microondas	Piso 1 Sala de profesores EDIFICIO NATURA		1200	1	1.20	0.3	0.36
Calor_Directo	Microondas	Piso 1 Cafetería EDIFICIO NATURA		1200	2	2.40	1	2.4
Calor_Directo	CaFetera	Piso 1 Cafetería EDIFICIO NATURA		1000	1	1.00	3	3
Calor_Directo	Microondas	Piso1 EDIFICIO BIENESTAR		1200	2	2.40	0.5	1.2
Calor_Directo	Estufa Eléctrica	CASETA PARQUEADERO		960	1	0.96	0.5	0.48
Calor_Directo	Refrigerador Muestras (DIES)	LABORATORIOS (Lab Suelos) Piso 1		1200	1	1.20	4	4.8
Calor_Directo	Estufas Muestras	LABORATORIOS (Lab Suelos) Piso 1		800	2	1.60	1	1.6
Calor_Directo	Microondas	LABORATORIOS Consultorio Ambiental UE		1200	1	1.20	0.2	0.24
Calor_Directo	Microondas	LABORATORIOS Almacén de Reactivos		1200	1	1.20	0.1	0.12
Calor_Directo	Horno de Secado	LABORATORIOS Cuarto Secado		1000	3	3.00	3	9
Calor_Directo	Estufa Eléctrica	LABORATORIOS Cuarto Secado		800	2	1.60	3	4.8
Calor_Directo	Planchar de Calentamiento	LABORATORIOS Biología Molecular		500	1	0.50	0.5	0.25
Calor_Directo	Estufa Eléctrica	LABORATORIOS Lab Maderas		1152	1	1.15	5	5.76
Calor_Directo	Homos de Secado	LABORATORIOS Lab Maderas		1200	1	1.20	5	6
Calor_Directo	Homos de Secado	LABORATORIOS Lab Maderas		800	1	0.80	5	4
Calor_Directo	Incubadora	LABORATORIOS Lab Maderas		1200	1	1.20	2	2.4
Calor_Directo	Horno de Secado	LABORATORIOS Lab Maderas		800	1	0.80	2	1.6
Calor_Directo	Horno de Secado	LABORATORIOS Lab Maderas		600	1	0.60	1	0.6
Calor_Directo	Cuarto de Secado	LABORATORIOS Lab Maderas		2500	1	2.50	0.5	1.25
Calor_Directo	Homo digital	LABORATORIOS Lab Sanidad Forestal		816	1	0.82	1	0.816
Calor_Directo	Incubadora digital	LABORATORIOS Lab Sanidad Forestal		336	1	0.34	24	8.064
Calor_Directo	Microondas	LABORATORIOS Lab Sanidad Forestal		1200	1	1.20	0.2	0.24
Calor_Directo	Microscopios	LABORATORIOS Lab Sanidad Forestal		120	8	0.96	6	5.76
Calor_Directo	Homo de Secado	LABORATORIOS Lab Biología		800	2	1.60	1	1.6
Calor_Directo	Incubadora	LABORATORIOS Salud Pública		330	2	0.66	2	1.32
Calor_Directo	Cafetera	EDIFICIO DECANATURA Cocineta		960	1	0.96	2	1.92
Calor_Directo	Filtrotan	EDIFICIO LABORATORIOS 2 Lab.Civicultura		300	1	0.30	24	7.2
Calor_Directo	Homo de Secado	EDIFICIO LABORATORIOS 2 Lab.Civicultura		1200	1	1.20	12	14.4
Calor_Directo	Homo de Secado	EDIFICIO LABORATORIOS 2 Lab.Civicultura		800	1	0.80	12	9.6
Calor_Directo	Plancha de laboratorio	EDIFICIO LABORATORIOS 2 Lab.Civicultura		800	1	0.80	1	0.8
Calor_Directo	Cámaras de Secado	EDIFICIO LABORATORIOS 2 Lab.Servicios Públicos		1610	1	1.61	0.5	0.805
Calor_Directo	Cámaras de Secado	EDIFICIO LABORATORIOS 2 Lab.Servicios Públicos		1200	1	1.20	1	1.2
Calor_Directo	MuFla	EDIFICIO LABORATORIOS 2 Lab.Servicios Públicos		1600	1	1.60	0.05	0.08
Calor_Directo	Homos de Secado	EDIFICIO LABORATORIOS 2 Lab.calidad de agua		1200	3	3.60	2	7.2
Calor_Directo	Planchas de laboratorio	EDIFICIO LABORATORIOS 2 Lab.Química calidad de agua		800	5	4.00	0.5	2
Calor_Directo	Incubadoras	EDIFICIO LABORATORIOS 2 Lab.Química calidad de agua		300	1	0.30	0.5	0.15
Calor_Directo	Baño de María	EDIFICIO LABORATORIOS 2 Lab.Química calidad de agua		1200	1	1.20	0.5	0.6
Calor_Directo	Incubadora	EDIFICIO LABORATORIOS 2 Lab.Microbiología		450	4	1.80	5	9
Calor_Directo	Microondas	EDIFICIO LABORATORIOS 2 Herbario Forestal		1200	1	1.20	0.1	0.12
Calor_Directo	Homo de Secado	Invernadero Experimental		1200	1	1.20	4	4.8
Calor_Directo	Cuarto de Secado	Invernadero		3000	1	3.00	15	45

Tabla 17. Inventario de equipos de entretenimiento

USO FINAL DE ENERGÍA	EQUIPO	ÁREA O PROCESO	POTENCIA (HP)	POTENCIA (W)	CANTIDAD	POTENCIA TOTAL (kw)	TIEMPO DE OPERACIÓN (horas/día)	CONSUMO (kWh/día)
Equipos_Entretenimiento	Televisor LCD	Piso 5 Salon 501 EDIFICIO NATURA		80	1	0.08	0.5	0.04
Equipos_Entretenimiento	Televisor LCD	Piso 5 Salon 502 EDIFICIO NATURA		80	1	0.08	0.5	0.04
Equipos_Entretenimiento	Televisor LCD	Piso 5 Salon 503 EDIFICIO NATURA		80	1	0.08	0.5	0.04
Equipos_Entretenimiento	Televisor LCD	Piso 5 Salon 504 EDIFICIO NATURA		80	1	0.08	0.5	0.04
Equipos_Entretenimiento	Televisor LCD	Piso 5 Salon 505 EDIFICIO NATURA		80	1	0.08	0.5	0.04
Equipos_Entretenimiento	Televisor LCD	Piso 5 Salon 506 EDIFICIO NATURA		80	1	0.08	0.5	0.04
Equipos_Entretenimiento	Televisor LCD	Piso 5 Sala Multiple EDIFICIO NATURA		80	1	0.08	3	0.24
Equipos_Entretenimiento	Televisor LCD	Piso 4 Salon 401 EDIFICIO NATURA		50	1	0.05	0.5	0.025
Equipos_Entretenimiento	Televisor LCD	Piso 4 Salon 402 EDIFICIO NATURA		80	1	0.08	0.5	0.04
Equipos_Entretenimiento	Televisor LCD	Piso 4 Salon 403 EDIFICIO NATURA		50	1	0.05	0.5	0.025
Equipos_Entretenimiento	Televisor LCD	Piso 4 Salon 404 EDIFICIO NATURA		80	1	0.08	0.5	0.04
Equipos_Entretenimiento	Televisor LCD	Piso 4 Salon 405 EDIFICIO NATURA		80	1	0.08	0.5	0.04
Equipos_Entretenimiento	Televisor LCD	Piso 4 Salon 406 EDIFICIO NATURA		80	1	0.08	7	0.56
Equipos_Entretenimiento	Televisor LCD	Piso 3 Sala de Fotointerpretación EDIFICIO NATURA		80	1	0.08	0.5	0.04
Equipos_Entretenimiento	Televisor LCD	Piso 3 Salon 301 EDIFICIO NATURA		50	1	0.05	0.5	0.025
Equipos_Entretenimiento	Televisor LCD	Piso 3 Salon 302 EDIFICIO NATURA		50	1	0.05	0.5	0.025
Equipos_Entretenimiento	Televisor LCD	Piso 3 Salon 303 EDIFICIO NATURA		60	1	0.06	9	0.54
Equipos_Entretenimiento	Televisor LCD	Piso 3 Salon 304 EDIFICIO NATURA		80	1	0.08	0.5	0.04
Equipos_Entretenimiento	Televisor LCD	Piso 3 Salon 305 EDIFICIO NATURA		80	1	0.08	0.5	0.04
Equipos_Entretenimiento	Televisor LCD	Piso 3 Biblioteca EDIFICIO NATURA		50	1	0.05	6	0.3
Equipos_Entretenimiento	Televisor LCD	Piso 4 Hemeroteca EDIFICIO NATURA		50	3	0.15	5	0.75
Equipos_Entretenimiento	Televisor LCD	Piso 2 Almacén de Topografía EDIFICIO NATURA		50	1	0.05	0.2	0.01
Equipos_Entretenimiento	Televisor LCD	Piso 2 Salon 201 EDIFICIO NATURA		60	1	0.06	1	0.06
Equipos_Entretenimiento	Televisor LCD	Piso 2 Salon 202 EDIFICIO NATURA		60	1	0.06	0.5	0.03
Equipos_Entretenimiento	Televisor LCD	Piso 2 Salon 203 EDIFICIO NATURA		60	1	0.06	0.5	0.03
Equipos_Entretenimiento	Televisor LCD	Piso 2 Salon 204 EDIFICIO NATURA		50	1	0.05	0.5	0.025
Equipos_Entretenimiento	Televisor LCD	Piso 2 Salon 205 EDIFICIO NATURA		60	1	0.06	0.5	0.03
Equipos_Entretenimiento	Televisor LCD	Piso 2 Postgrados EDIFICIO NATURA		80	1	0.08	0.5	0.04
Equipos_Entretenimiento	Televisor LCD	Piso 1 Proyecto Curricular TT EDIFICIO NATURA		80	1	0.08	0.5	0.04
Equipos_Entretenimiento	Televisor LCD	Piso 1 Salon 101 EDIFICIO NATURA		60	1	0.06	0.5	0.03
Equipos_Entretenimiento	Televisor LCD	Piso 1 Salon 102 EDIFICIO NATURA		60	1	0.06	0.5	0.03
Equipos_Entretenimiento	Televisor LCD	Piso 1 Salon 103 EDIFICIO NATURA		60	1	0.06	0.5	0.03
Equipos_Entretenimiento	Televisor LCD	Piso 1 Salon 104 EDIFICIO NATURA		60	1	0.06	0.5	0.03
Equipos_Entretenimiento	Televisor LCD	Piso 1 Salon 105 EDIFICIO NATURA		60	1	0.06	0.5	0.03
Equipos_Entretenimiento	Televisor LCD	Piso 1 Cafetería EDIFICIO NATURA		80	1	0.08	14	1.12
Equipos_Entretenimiento	Televisor CRT	Mantenimiento		80	1	0.08	1	0.08
Equipos_Entretenimiento	Televisor Plasma	LABORATORIOS (Lab Sueños) Piso 1		120	1	0.12	5	0.6
Equipos_Entretenimiento	Televisor CRT	LABORATORIOS Consultorio Ambiental UE		50	1	0.05	1	0.05
Equipos_Entretenimiento	Televisor Plasma	LABORATORIOS Lab Maderas		120	1	0.12	2	0.24
Equipos_Entretenimiento	Televisor LCD	LABORATORIOS Lab Biología		60	1	0.06	8	0.48
Equipos_Entretenimiento	Sistema de Audio	EDIFICIO DECANATURA AUDITORIO		150	1	0.15	1	0.15
Equipos_Entretenimiento	Televisor LCD	EDIFICIO DECANATURA sala de Reuniones		80	1	0.08	1	0.08
Equipos_Entretenimiento	Televisor LCD	EDIFICIO LABORATORIOS 2 SALA CARTOGRAFÍA		60	1	0.06	0.5	0.03
Equipos_Entretenimiento	Televisor LCD	EDIFICIO LABORATORIOS 2 Lab Servicios Públicos		70	1	0.07	1	0.07
Equipos_Entretenimiento	Televisor LCD	EDIFICIO LABORATORIOS 2 Lab calidad de agua		70	1	0.07	0.5	0.035
Equipos_Entretenimiento	Televisor LCD	EDIFICIO LABORATORIOS 2 Lab Química calidad de agua		70	1	0.07	0.05	0.0035
Equipos_Entretenimiento	Televisor LCD	EDIFICIO LABORATORIOS 2 Lab Microbiología		80	1	0.08	0.5	0.04
Equipos_Entretenimiento	Televisor Plasma	Tienda Universitaria		120	1	0.12	12	1.44
Equipos_Entretenimiento	Grabadora	Gimnasio		20	1	0.02	5	0.1

Tabla 18. Inventario de equipos ofimáticos

USO FINAL DE ENERGÍA	EQUIPO	ÁREA O PROCESO	POTENCIA (HP)	POTENCIA (W)	CANTIDAD	POTENCIA TOTAL (kw)	TIEMPO DE OPERACIÓN (horas/día)	CONSUMO (kwh/día)
Equipos Ofimáticos	PC monitor LCD	Piso 5 Red de datos oficina EDIFICIO NATURA		70	4	0.28	9	2.52
Equipos Ofimáticos	Impresora multifuncional Tinta	Piso 5 Red de datos oficina EDIFICIO NATURA		100	3	0.30	0.2	0.06
Equipos Ofimáticos	Video Beam	Piso 5 Sala Multiple EDIFICIO NATURA		150	1	0.15	3	0.45
Equipos Ofimáticos	Video Beam	Piso 4 Salon 404 EDIFICIO NATURA		120	1	0.12	1	0.12
Equipos Ofimáticos	Video Beam	Piso 4 Salon 405 EDIFICIO NATURA		120	1	0.12	0.5	0.06
Equipos Ofimáticos	PC monitor LCD	Piso 4 Sala de Profesores forestal EDIFICIO NATURA		70	4	0.28	9	2.52
Equipos Ofimáticos	PC monitor CRT	Piso 4 Sala de Profesores forestal EDIFICIO NATURA		90	4	0.36	8	2.88
Equipos Ofimáticos	Impresora de tinta	Piso 4 Sala de Profesores forestal EDIFICIO NATURA		100	2	0.20	0.1	0.02
Equipos Ofimáticos	PC monitor CRT	Piso 3 Sala de Fotointerpretación EDIFICIO NATURA		90	3	0.27	5	1.35
Equipos Ofimáticos	PC monitor LCD	Piso 3 Sala de Fotointerpretación EDIFICIO NATURA		70	1	0.07	14	0.98
Equipos Ofimáticos	Video Beam	Piso 3 Salon 302 EDIFICIO NATURA		100	1	0.10	0.5	0.05
Equipos Ofimáticos	Video Beam	Piso 3 Salon 303 EDIFICIO NATURA		120	1	0.12	1	0.12
Equipos Ofimáticos	Video Beam	Piso 3 Salon 305 EDIFICIO NATURA		120	1	0.12	0.5	0.06
Equipos Ofimáticos	PC monitor LCD	Piso 3 Biblioteca EDIFICIO NATURA		70	1	0.07	12	0.84
Equipos Ofimáticos	PC monitor CRT	Piso 3 Biblioteca EDIFICIO NATURA		90	10	0.90	14	12.6
Equipos Ofimáticos	Impresora de tinta	Piso 3 Biblioteca EDIFICIO NATURA		100	2	0.20	0.1	0.02
Equipos Ofimáticos	PC monitor CRT	Piso 4 Hemeroteca EDIFICIO NATURA		90	1	0.09	12	1.08
Equipos Ofimáticos	PC monitor LCD	Piso 4 Hemeroteca EDIFICIO NATURA		70	1	0.07	12	0.84
Equipos Ofimáticos	PC monitor LCD	Piso 2 Almacén de Topografía EDIFICIO NATURA		70	2	0.14	8	1.12
Equipos Ofimáticos	Video Beam	Piso 2 Salon 201 EDIFICIO NATURA		150	1	0.15	1	0.15
Equipos Ofimáticos	Video Beam	Piso 2 Salon 203 EDIFICIO NATURA		90	1	0.09	0.5	0.045
Equipos Ofimáticos	Video Beam	Piso 5 Salon 205 EDIFICIO NATURA		150	1	0.15	0.5	0.075
Equipos Ofimáticos	Impresora de tinta	Piso 2 Postgrados EDIFICIO NATURA		100	3	0.30	0.2	0.06
Equipos Ofimáticos	PC monitor LCD	Piso 2 Postgrados EDIFICIO NATURA		70	16	1.12	8	8.96
Equipos Ofimáticos	PC monitor LCD	Piso 2 Sala profesores EDIFICIO NATURA		70	25	1.75	6	10.5
Equipos Ofimáticos	Impresora de tinta	Piso 2 Sala profesores EDIFICIO NATURA		120	3	0.36	0.2	0.072
Equipos Ofimáticos	Video Beam	Piso 1 Salon 104 EDIFICIO NATURA		120	1	0.12	0.5	0.06
Equipos Ofimáticos	PC monitor LCD	Piso 1 Sala de profesores EDIFICIO NATURA		70	12	0.84	8	6.72
Equipos Ofimáticos	PC monitor CRT	Piso 1 Sala de profesores EDIFICIO NATURA		90	5	0.45	8	3.6
Equipos Ofimáticos	Impresora de tinta	Piso 1 Sala de profesores EDIFICIO NATURA		100	2	0.20	0.5	0.1
Equipos Ofimáticos	PC monitor LCD	Piso1 EDIFICIO BIENESTAR		70	8	0.56	14	7.84
Equipos Ofimáticos	Impresora de tinta	Piso1 EDIFICIO BIENESTAR		100	1	0.10	0.5	0.05
Equipos Ofimáticos	PC monitor LCD	Piso 2 EDIFICIO BIENESTAR		70	3	0.21	8	1.68
Equipos Ofimáticos	Impresora multifuncional Tinta	Piso 2 EDIFICIO BIENESTAR GRUPO DE INVESTIGACION SERVIPUBLICOS		120	1	0.12	0.2	0.024
Equipos Ofimáticos	PC monitor CRT	Mantenimiento		90	1	0.09	12	1.08
Equipos Ofimáticos	PC monitor LCD	LABORATORIOS (Lab Suelos) Piso 2		70	5	0.35	8	2.8
Equipos Ofimáticos	PC monitor CRT	LABORATORIOS (Lab Suelos) Piso 2		90	1	0.09	8	0.72
Equipos Ofimáticos	Impresora de tinta	LABORATORIOS (Lab Suelos) Piso 2		120	1	0.12	0.2	0.024
Equipos Ofimáticos	Impresora multifuncional Tinta	LABORATORIOS (Lab Suelos) Piso 2		150	1	0.15	0.2	0.03
Equipos Ofimáticos	Modem	LABORATORIOS (Lab Suelos) Piso 2		70	1	0.07	24	1.68
Equipos Ofimáticos	PC monitor LCD	LABORATORIOS Consultorio Ambiental UE		70	7	0.49	10	4.9
Equipos Ofimáticos	PC monitor CRT	LABORATORIOS Consultorio Ambiental UE		90	1	0.09	12	1.08
Equipos Ofimáticos	Impresora Laser	LABORATORIOS Consultorio Ambiental UE		150	1	0.15	2	0.3
Equipos Ofimáticos	Impresora multifuncional Tinta	LABORATORIOS Consultorio Ambiental UE		100	3	0.30	1	0.3
Equipos Ofimáticos	Fotocopiadora	LABORATORIOS Consultorio Ambiental UE		300	1	0.30	0.5	0.15
Equipos Ofimáticos	PC monitor LCD	LABORATORIOS Almacén de Reactivos		70	1	0.07	8	0.56
Equipos Ofimáticos	PC monitor LCD	LABORATORIOS Biología Molecular		70	1	0.07	12	0.84
Equipos Ofimáticos	Cuarto Climático	LABORATORIOS Lab Maderas		2200	1	2.20	8	17.6
Equipos Ofimáticos	PC monitor LCD	LABORATORIOS Lab Maderas		70	6	0.42	8	3.36
Equipos Ofimáticos	UPS	LABORATORIOS Lab Maderas		200	1	0.20	24	4.8
Equipos Ofimáticos	PC monitor LCD	LABORATORIOS Lab Sanidad Forestal		70	6	0.42	7	2.94
Equipos Ofimáticos	Impresora Laser	LABORATORIOS Lab Sanidad Forestal		150	1	0.15	0.5	0.075
Equipos Ofimáticos	PC monitor LCD	LABORATORIOS Lab Biología		70	2	0.14	8	1.12
Equipos Ofimáticos	PC monitor LCD	LABORATORIOS Salud Pública		70	1	0.07	3	0.21
Equipos Ofimáticos	PC monitor CRT	LABORATORIOS Salud Pública		90	1	0.09	3	0.27
Equipos Ofimáticos	PC monitor LCD	EDIFICIO DECANATURA SALA PROFESORES		70	8	0.56	7	3.92
Equipos Ofimáticos	Impresora de tinta	EDIFICIO DECANATURA SALA PROFESORES		120	7	0.84	0.2	0.168
Equipos Ofimáticos	PC monitor LCD	EDIFICIO DECANATURA SALA DE SISTEMAS		70	94	6.58	12	78.96
Equipos Ofimáticos	Video Beam	EDIFICIO DECANATURA AUDITORIO		158	1	0.16	1	0.158
Equipos Ofimáticos	Rack de Comunicaciones	EDIFICIO DECANATURA AUDITORIO		250	1	0.25	24	6
Equipos Ofimáticos	PC monitor LCD	EDIFICIO DECANATURA Coordinación Proyecto Curricular SA		70	3	0.21	12	2.52
Equipos Ofimáticos	Impresora multifuncional Tinta	EDIFICIO DECANATURA Coordinación Proyecto Curricular SA		120	1	0.12	0.2	0.024
Equipos Ofimáticos	PC monitor LCD	EDIFICIO DECANATURA Coordinación Proyecto Curricular IF		70	2	0.14	12	1.68
Equipos Ofimáticos	Impresora multifuncional Tinta	EDIFICIO DECANATURA Coordinación Proyecto Curricular SP		120	1	0.12	0.2	0.024
Equipos Ofimáticos	PC monitor LCD	EDIFICIO DECANATURA Coordinación Proyecto Curricular SP		70	1	0.14	12	1.68
Equipos Ofimáticos	PC monitor LCD	EDIFICIO DECANATURA Coordinación Proyecto Curricular IT		70	1	0.14	12	1.68
Equipos Ofimáticos	Fotocopiadora	EDIFICIO DECANATURA Zonas Comunes decanatura		360	1	0.36	0.5	0.18
Equipos Ofimáticos	Impresora de tinta	EDIFICIO DECANATURA Zonas Comunes decanatura		120	3	0.36	0.1	0.036
Equipos Ofimáticos	PC monitor LCD	EDIFICIO DECANATURA Zonas Comunes decanatura		70	3	0.21	12	2.52
Equipos Ofimáticos	PC monitor LCD	EDIFICIO DECANATURA sala de Reuniones		70	1	0.07	5	0.35
Equipos Ofimáticos	PC monitor LCD	EDIFICIO DECANATURA Secretaría Académica		70	1	0.07	8	0.56
Equipos Ofimáticos	PC monitor LCD	EDIFICIO DECANATURA Asistente Decanatura		70	1	0.07	9	0.63
Equipos Ofimáticos	PC monitor LCD	EDIFICIO DECANATURA Secretaría Decanatura		70	2	0.14	12	1.68
Equipos Ofimáticos	Impresora de tinta	EDIFICIO DECANATURA Secretaría Decanatura		120	2	0.24	0.5	0.12
Equipos Ofimáticos	PC monitor LCD	EDIFICIO LABORATORIOS 2 SALA CARTOGRAFIA		70	16	1.12	12	13.44
Equipos Ofimáticos	PC monitor CRT	EDIFICIO LABORATORIOS 2 SALA CARTOGRAFIA		100	5	0.50	12	6
Equipos Ofimáticos	PC monitor LCD	EDIFICIO LABORATORIOS 2 Lab Cilicultura		70	3	0.21	8	1.68
Equipos Ofimáticos	Escanner	EDIFICIO LABORATORIOS 2 Lab Cilicultura		300	2	0.60	0.5	0.3
Equipos Ofimáticos	PC monitor LCD	EDIFICIO LABORATORIOS 2 Coordinación IA		70	6	0.42	12	5.04
Equipos Ofimáticos	Impresora de tinta	EDIFICIO LABORATORIOS 2 Coordinación IA		120	1	0.12	0.5	0.06
Equipos Ofimáticos	PC monitor LCD	EDIFICIO LABORATORIOS 2 Lab calidad de agua		70	1	0.07	8	0.56
Equipos Ofimáticos	PC monitor LCD	EDIFICIO LABORATORIOS 2 Lab Química calidad de agua		70	1	0.07	8	0.56
Equipos Ofimáticos	PC monitor LCD	EDIFICIO LABORATORIOS 2 Lab Microbiología		70	2	0.14	8	1.12
Equipos Ofimáticos	PC monitor LCD	EDIFICIO LABORATORIOS 2 Herbario Forestal		70	7	0.49	10	4.9
Equipos Ofimáticos	PC monitor LCD	EDIFICIO LABORATORIOS 2 Lab Tecnología apropiadas IA		70	2	0.14	6	0.84
Equipos Ofimáticos	Portátil	Tienda Universitaria		40	6	0.24	12	2.88
Equipos Ofimáticos	Fotocopiadora	Tienda Universitaria		300	4	1.20	6	7.2
Equipos Ofimáticos	Cámaras Ue seguridad	Exteriores		25	20	0.50	24	12
Equipos Ofimáticos	PC monitor LCD	Recepción		70	1	0.07	12	0.84
Equipos Ofimáticos	PC monitor LCD	Invernadero Experimental		70	1	0.07	8	0.56
Equipos Ofimáticos	Impresora de tinta	Invernadero Experimental		100	1	0.10	0.01	0.001

Tabla 19. Inventario de equipos de fuerza

USO FINAL DE ENERGÍA	EQUIPO	ÁREA O PROCESO	POTENCIA (HP)	POTENCIA (W)	CANTIDAD	POTENCIA TOTAL (kW)	TIEMPO DE OPERACIÓN (horas/día)	CONSUMO (kWh/día)
Fuerza_Motriz	Silla Odontológica	Piso1 EDIFICIO BIENESTAR			100	1	0.10	11
Fuerza_Motriz	Extractor	LABORATORIOS (Lab Suelos) Piso 1		50	1	0.05	8	0.4
Fuerza_Motriz	Campuna Extractora	LABORATORIOS (Lab Suelos) Piso 1		300	1	0.30	1	0.3
Fuerza_Motriz	Extractor	LABORATORIOS Almacén de Reactivos		50	1	0.05	8	0.4
Fuerza_Motriz	Ventilador	LABORATORIOS Almacén de Reactivos		70	1	0.07	8	0.56
Fuerza_Motriz	Maquina de Maderas	LABORATORIOS Lab Maderas		1000	1	1.00	3	3
Fuerza_Motriz	Compresor	EDIFICIO LABORATORIOS 2 Lab Servicios Públicos	1		1	0.75	0.5	0.373
Fuerza_Motriz	Bombas de Vacío	EDIFICIO LABORATORIOS 2 Lab calidad de agua	0.25		8	0.56	1	0.56
Fuerza_Motriz	Extractores	Invernadero Experimental		70	3	0.21	0.4	0.084
Fuerza_Motriz	Bomba eléctrica	Invernadero Experimental	0.5		1	0.37	1	0.373
Fuerza_Motriz	Sierra circular	Carpintería		3815	1	3.82	6	22.89
Fuerza_Motriz	Planeadora	Carpintería		3500	1	3.50	6	21
Fuerza_Motriz	Cepillo	Carpintería		2500	1	2.50	2	5
Fuerza_Motriz	Multisierra	Carpintería		5000	1	5.00	6	30
Fuerza_Motriz	Torno	Carpintería		2000	1	2.00	6	12
Fuerza_Motriz	Maquina Sin Fin	Carpintería		3815	2	7.63	0.5	3.815
Fuerza_Motriz	Pautadora de Pedestal	Carpintería		763	2	1.53	5	7.63
Fuerza_Motriz	Compresor	Carpintería		1280	1	1.28	6	7.68
Fuerza_Motriz	Taladro	Carpintería		1500	1	1.50	6	9
Fuerza_Motriz	Sierra Radial	Carpintería		2200	1	2.20	2	4.4

Tabla 20. Inventario de equipos de refrigeración

USO FINAL DE ENERGÍA	EQUIPO	ÁREA O PROCESO	POTENCIA (HP)	POTENCIA (W)	CANTIDAD	POTENCIA TOTAL (kW)	TIEMPO DE OPERACIÓN (horas/día)	CONSUMO (kWh/día)
Refrigeracion	Botellero pequeño 1 Puerta	Piso 1 Cafetería EDIFICIO NATURA			300	3	0.90	12
Refrigeracion	Botellero pequeño 2 Puerta	Piso 1 Cafetería EDIFICIO NATURA			400	1	0.40	12
Refrigeracion	Dispensador de gaseosas	Piso 1 Cafetería EDIFICIO NATURA			200	2	0.40	9
Refrigeracion	Mezclador Jugos	Piso 1 Cafetería EDIFICIO NATURA		75	2	0.15	12	
Refrigeracion	Nevera 7 Pies	LABORATORIOS (Lab Suelos) Piso 1		90	1	0.09	12	
Refrigeracion	Botellero Vertical	LABORATORIOS (Lab Suelos) Piso 1		500	1	0.50	15	
Refrigeracion	Nevera 2 Pies	LABORATORIOS Almacén de Reactivos		20	1	0.02	8	
Refrigeracion	Congelador Horizontal	LABORATORIOS Cuarto Secado		650	1	0.65	16	
Refrigeracion	Nevera 13 pies	LABORATORIOS Cuarto Secado		120	1	0.12	12	
Refrigeracion	Nevera 13 Pies	LABORATORIOS Biología Molecular		120	1	0.12	14	
Refrigeracion	Ultracongeladores	LABORATORIOS Biología Molecular		900	2	1.80	14	
Refrigeracion	Nevera 13 pies	LABORATORIOS Lab Sanidad Forestal		150	1	0.15	12	
Refrigeracion	Nevera 7 Pies	LABORATORIOS Lab Biología		80	1	0.08	9	
Refrigeracion	Nevera 2 pies	LABORATORIOS Salud Pública		20	1	0.02	12	
Refrigeracion	Nevera 13 Pies	EDIFICIO LABORATORIOS 2 Lab Clincultura		150	1	0.15	12	
Refrigeracion	Nevera 13 Pies	EDIFICIO LABORATORIOS 2 Lab calidad de agua		150	1	0.15	12	
Refrigeracion	Nevera 9 Pies	EDIFICIO LABORATORIOS 2 Lab calidad de agua		100	1	0.10	12	
Refrigeracion	Nevera Industrial	EDIFICIO LABORATORIOS 2 Lab Microbiología		300	6	1.80	12	
Refrigeracion	Ultracongelador	EDIFICIO LABORATORIOS 2 Lab Microbiología		800	1	0.80	12	
Refrigeracion	Nevera 2pies	EDIFICIO LABORATORIOS 2 Herbario Forestal		20	1	0.02	12	

Tabla 21. Inventario de equipos de otros usos

USO FINAL DE ENERGÍA	EQUIPO	ÁREA O PROCESO	POTENCIA (HP)	POTENCIA (W)	CANTIDAD	POTENCIA TOTAL (kW)	TIEMPO DE OPERACIÓN (horas/día)	CONSUMO (kWh/día)
Otros	Maquina dispensadora	Piso 1 Cafetería EDIFICIO NATURA		150	1	0.15	18	
Otros	Autoclave	LABORATORIOS Biología Molecular		500	1	0.50	2	
Otros	Dehidratador ADN	LABORATORIOS Biología Molecular		200	1	0.20	0.2	
Otros	Pulverizador Tejidos	LABORATORIOS Biología Molecular		350	1	0.35	0.2	
Otros	Centrifugas	LABORATORIOS Biología Molecular		350	2	0.70	1	
Otros	Termociclador	LABORATORIOS Biología Molecular		200	1	0.20	1	
Otros	Baño Cerológico	LABORATORIOS Biología Molecular		600	1	0.60	0.5	
Otros	Purificador de agua	LABORATORIOS Biología Molecular		100	1	0.10	12	
Otros	Vortex	LABORATORIOS Biología Molecular		300	1	0.30	0.5	
Otros	Nanodrop	LABORATORIOS Biología Molecular		300	1	0.30	0.02	
Otros	Camara de Flujo laminar	LABORATORIOS Lab Maderas		400	1	0.40	2	
Otros	Autoclave	LABORATORIOS Lab Maderas		500	1	0.50	0.2	
Otros	Afilador de Cuchillas	LABORATORIOS Lab Maderas		300	1	0.30	1	
Otros	Microtomos	LABORATORIOS Lab Maderas		300	2	0.60	4	
Otros	Cámara Extractoras	LABORATORIOS Lab Maderas		200	1	0.20	5	
Otros	Microscopio	LABORATORIOS Lab Maderas		400	15	6.00	1	
Otros	Autoclave	LABORATORIOS Lab Sanidad Forestal		500	1	0.50	0.5	
Otros	Cabina de Extracción	LABORATORIOS Lab Sanidad Forestal		200	1	0.20	0.1	
Otros	Incubadora	LABORATORIOS Lab Biología		300	1	0.30	1	
Otros	Microscopio	LABORATORIOS Lab Biología		150	38	5.70	4	
Otros	Cámara de Flujo Laminar	LABORATORIOS Lab Biología		400	1	0.40	0.1	
Otros	Destiladora	EDIFICIO LABORATORIOS 2 Lab Clincultura		800	1	0.80	1	
Otros	Modulor eléctricos	EDIFICIO LABORATORIOS 2 Lab Servicios Públicos		3000	3	9.00	0.02	
Otros	Panel Solar Pruebas	EDIFICIO LABORATORIOS 2 Lab Servicios Públicos		100	1	0.10	0.04	
Otros	Panel Fotovoltaico	EDIFICIO LABORATORIOS 2 Lab Servicios Públicos		350	1	0.35	0.05	
Otros	Banco de Procesos	EDIFICIO LABORATORIOS 2 Lab Servicios Públicos		150	1	0.15	1	
Otros	Planta Osmosis Inversa	EDIFICIO LABORATORIOS 2 Lab Servicios Públicos	3		1	2.24	0.5	
Otros	Microscopios	EDIFICIO LABORATORIOS 2 Lab Servicios Públicos		100	4	0.40	0.05	
Otros	Rotavaporador	EDIFICIO LABORATORIOS 2 Lab calidad de agua		400	2	0.80	1	
Otros	Espectrofotómetro	EDIFICIO LABORATORIOS 2 Lab Química calidad de agua		250	1	0.25	0.5	
Otros	Cabina de Flujo laminar	EDIFICIO LABORATORIOS 2 Lab Microbiología		150	1	0.15	4	
Otros	Autoclaves	EDIFICIO LABORATORIOS 2 Lab Microbiología		1200	2	2.40	7	
Otros	Microscopios	EDIFICIO LABORATORIOS 2 Lab Microbiología		50	18	0.90	1	
Otros	Microscopio	EDIFICIO LABORATORIOS 2 Herbario Forestal		100	1	0.10	1	
Otros	Equipo Entrenador Eficiencia Energética	EDIFICIO LABORATORIOS 2 Lab Tecnología apropiadas IA		150	1	0.15	0.1	
Otros	Equipo de la ley de Boyle	EDIFICIO LABORATORIOS 2 Lab Tecnología apropiadas IA		150	1	0.15	2	
Otros	Equipo de la ley de Gay Lussac	EDIFICIO LABORATORIOS 2 Lab Tecnología apropiadas IA		150	1	0.15	2	
Otros	Unidad Básica de Transferencia de calor	EDIFICIO LABORATORIOS 2 Lab Tecnología apropiadas IA		150	1	0.15	3	

Tabla 22. Inventario de lámparas

EQUIPO	POTENCIA TOTAL (kW)	CONSUMO DE ENERGIA(kWh/día)	CANTIDAD DE BOMBILLAS
Fluorescente_Tubular_T12	20.93	208.75	478.00
Haluro_Metalico	5.80	67.30	18.00
LFC	8.36	81.98	676.00
Fluorescente_Tubular_T8	30.71	296.63	1600.00
Mercurio	0.40	4.80	1.00
Vapor_Sodio_Alta	2.70	32.40	18.00
Incandescente_Halógena	0.11	0.84	3.00
Total general	69.01	692.70	2794.00

4.4.2 Sistemas de Uso Final de Energía

A partir de información de los inventarios por área, las gráficas siguientes muestran el consumo de energía eléctrica y participación por equipo de uso final.

Figura 11. Consumo de energía eléctrica por uso final

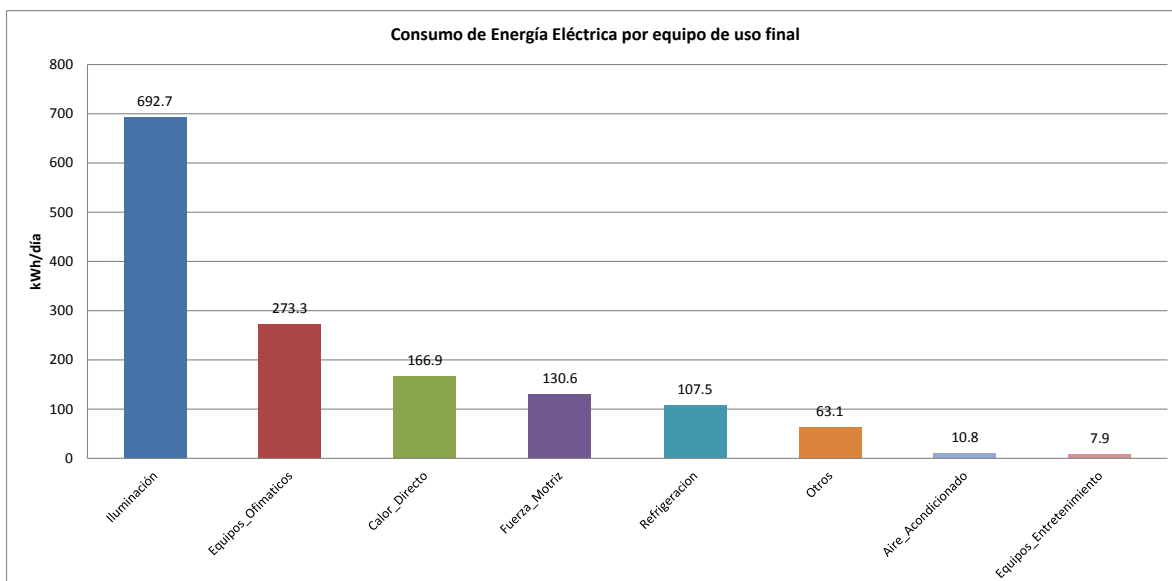
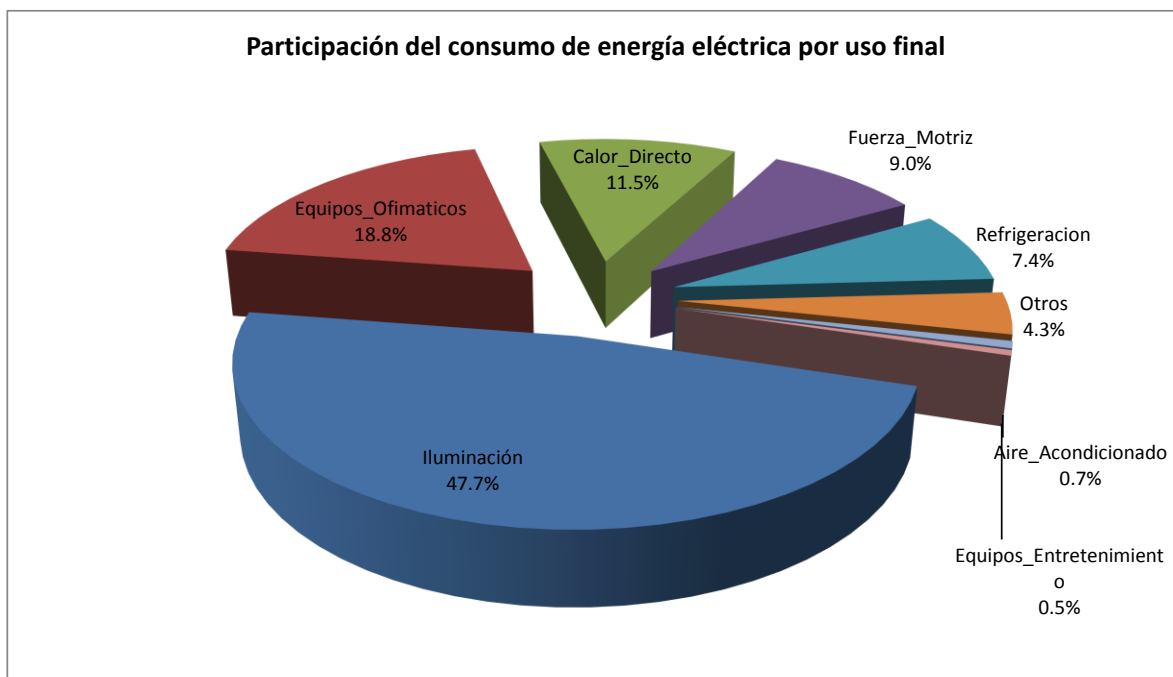


Figura 12. Participación del consumo de energía eléctrica por uso final



La figura anterior muestra que la mayor participación del uso final de energía es por iluminación con 47.7%, seguido por los equipos ofimáticos con 18.8%, formado por computadores, impresoras, fotocopiadoras y demás equipo de oficina y equipos de calor directo tales como hornos, grecas, resistencias eléctricas, entre otros con 11.5%, por tanto las medidas de eficiencia energética deben estar enfocadas principalmente en estos usos finales. Estos tres usos finales participan con el 78% del consumo energético de la sede.

Figura 13. Consumo de energía eléctrica por Área

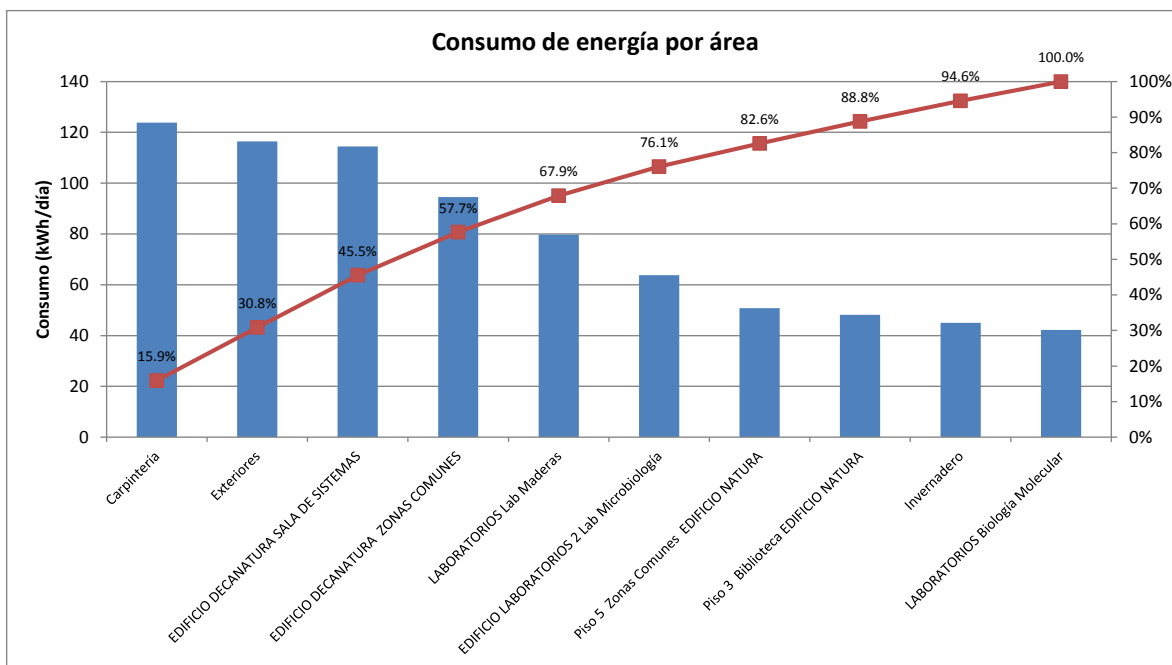
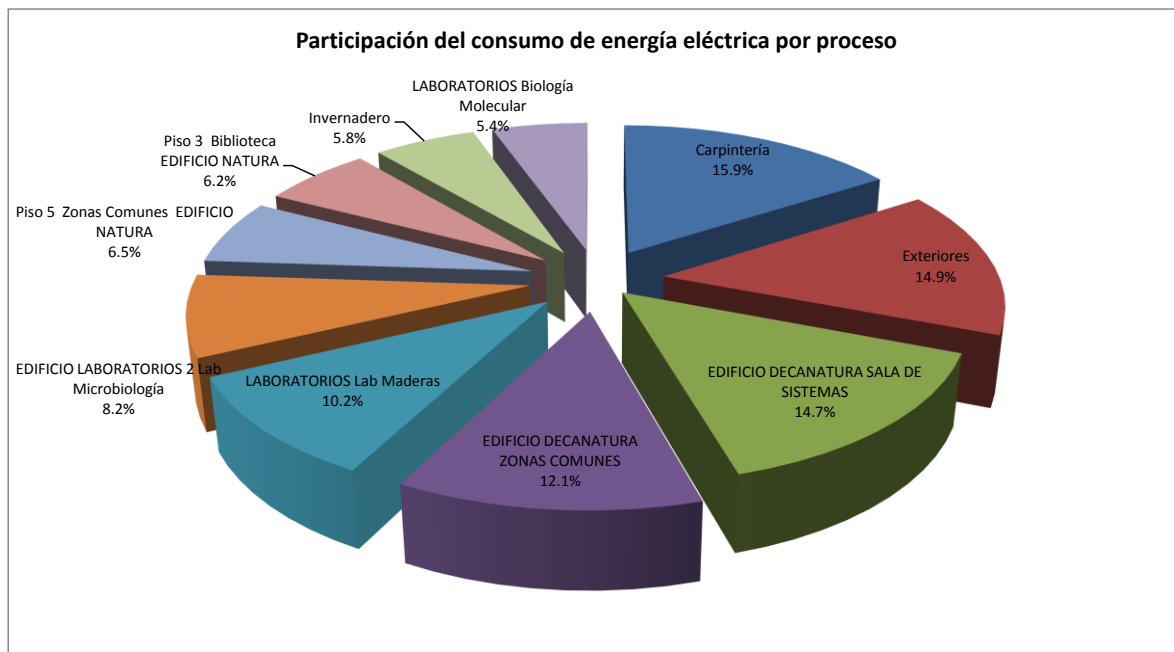


Figura 14. Participación del consumo de energía eléctrica por área

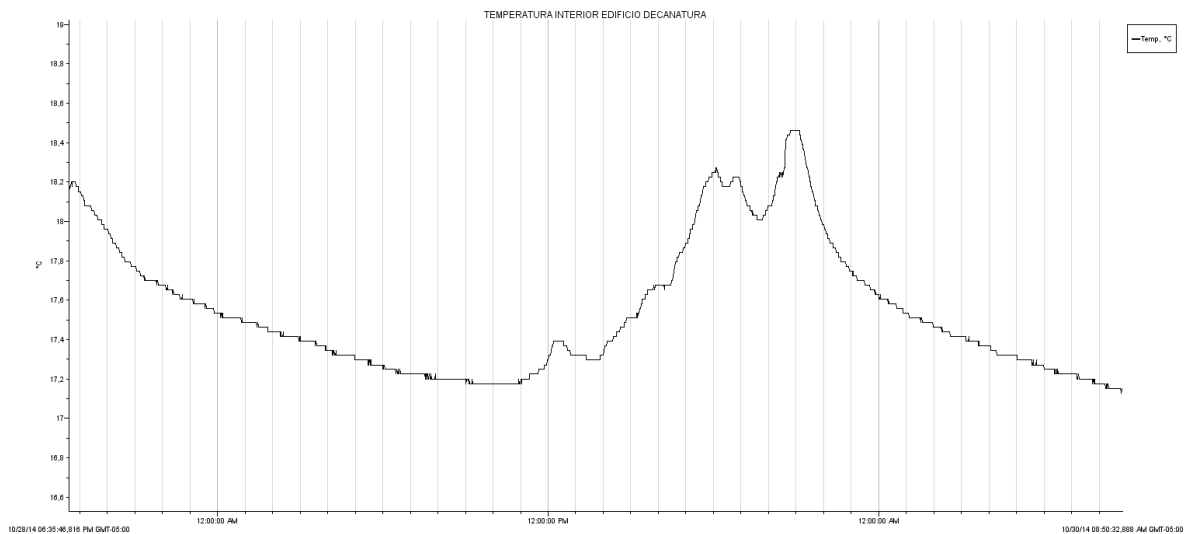


Las figuras anteriores muestran que los mayores consumos de energía eléctrica están en la carpintería y en las áreas exteriores de los edificios de la sede, seguido por el edificio de la decanatura tanto en la parte interna de oficinas y espacios administrativos como en el área exterior de esta misma edificación, estos espacios en conjunto consumen el 57.7% del total de la energía eléctrica.

4.4.3 Análisis de las condiciones climáticas interiores del edificio de decanatura

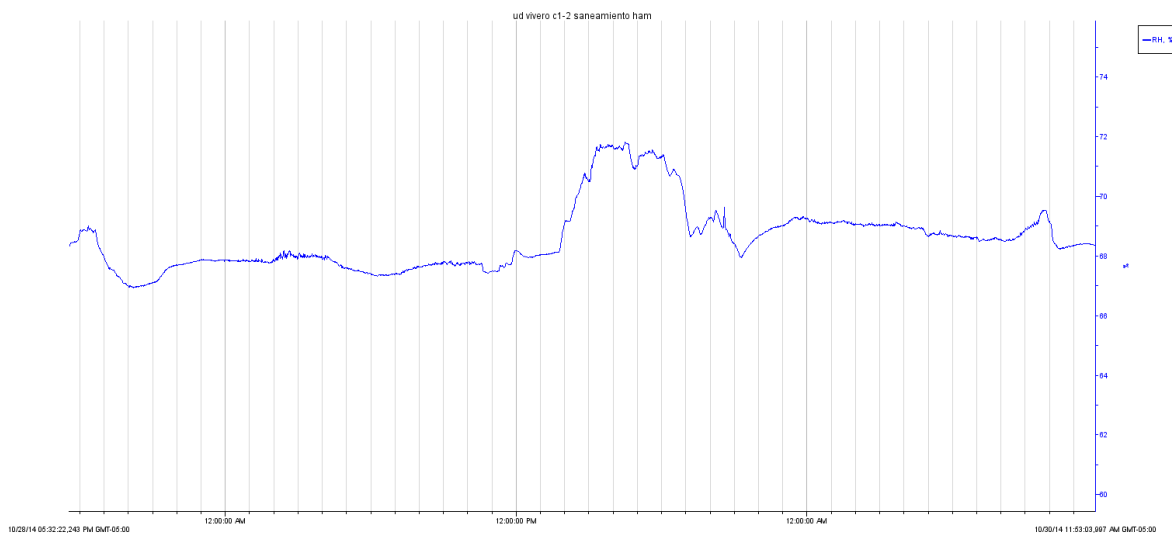
En el contexto teórico definido en la sección 3.3, se midieron la temperatura seca y la humedad relativa en varios puntos al interior del edificio, y se identificó la uniformidad de las condiciones ambientales internas, la figura siguiente muestra la temperatura interna al recinto, nótese que la máxima temperatura registrada es de 18.5 C, y mínima de 17.1 C, lo cual está en las condiciones de confort que requiere el cuerpo humano.

Figura 15. Curva de temperatura



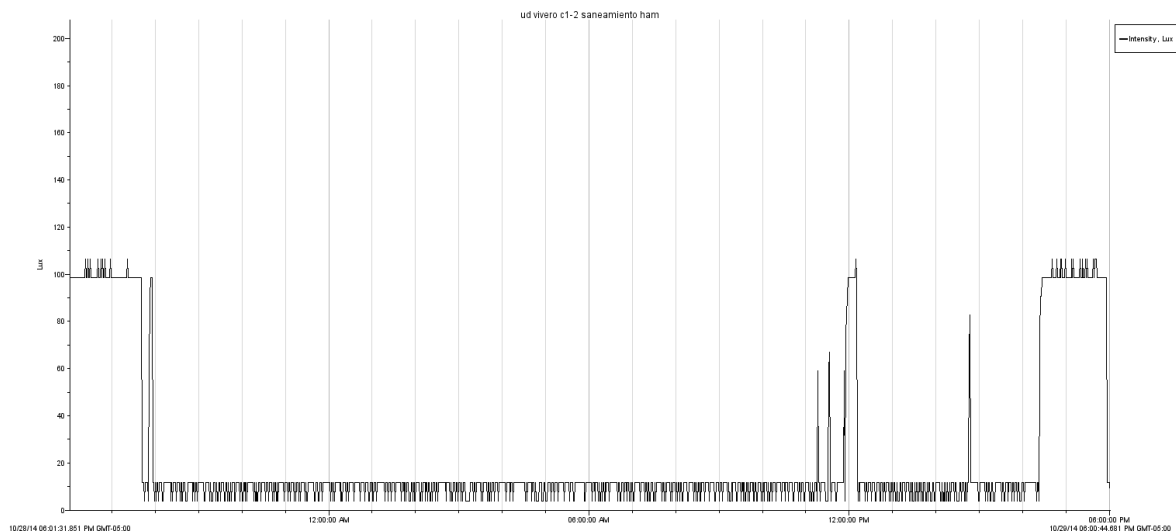
La humedad relativa del recinto varía entre el 66% y el 72%, propio de las condiciones húmedas de la ciudad de Bogotá, el máximo de humedad se presenta entre las 2 y las 6 de la tarde.

Figura 16. Curva de humedad relativa



En la figura siguiente se muestra el manejo del sistema de iluminación, donde se evidencia el momento de encendido del sistema de iluminación artificial, iniciando a las 4:30 pm y finalizando a las 8 pm.

Figura 17. Curva del manejo de la iluminación



Dada la uniformidad de las edificaciones presentes en la sede de Ambiente y recursos naturales, es factible técnicamente adecuar las mediciones realizadas en el edificio de la decanatura a las otras facilidades de la sede.

4.4.4 Análisis de las cargas térmicas

Se evidencia una temperatura adecuada de los espacios, la humedad relativa es propia de las condiciones de la ciudad de Bogotá y para esta edificación se usa adecuadamente el sistema de iluminación, además se evidencia a partir de las mediciones de los niveles de iluminación la buena utilización de luz natural.

La influencia de las cargas térmicas naturales (incidencia de la radiación solar, vientos y humedad relativa) y artificiales tales como calentamiento por el uso de iluminación incandescente o halógena, pantallas de computador, materiales de construcción, son mínimas ya que las temperaturas ambientales interiores no sobrepasan los 22 C, lo cual es propicio en el área de confort.

En el caso de adecuaciones de las oficinas y demás espacios no se presentan problemas con las temperaturas y condiciones de confort.

4.5 MEDICIONES REALIZADAS

Los circuitos evaluados se indican a continuación:

- Totalizador – Medido mediante analizador de red PQA 824
Los Circuitos del tablero principal se midieron con pinza amperimétrica y data logger, los siguientes fueron los circuitos medidos:

- Fase A del Edificio natura
- Parqueadero bienestar
- Auditorio sala sistemas
- Herbario forestal
- Audiovisuales
- Laboratorio microbiológico
- Aire acondicionado

De las mediciones realizadas en las instalaciones de la Sede de Medio ambiente y ciencias naturales, de la Universidad Distrital se obtuvieron los resultados relevantes presentados a continuación:

Tabla 23. Resumen de mediciones del totalizador

CARACTERÍSTICAS DE LA MEDICION			
CIRCUITO O EQUIPO		TOTALIZADOR	
ANALIZADOR UTILIZADO		PQA 824	
	Fase 1	Fase 2	Fase 3
Voltaje F - F (V)	213.2	213.5	212.5
Voltaje F - N (V)	122.6	123.4	123.1
Corriente en operación (A)	241.1	196.3	233.5
Potencia Activa (kW)	25.9	22.8	28.2
Consumo Energía Activa Medido (kWh)	457.7		
	Promedio	Maximo	Minimo
Frecuencia (Hz)	60.0	60.1	59.9
Corriente en Neutro (A)	37.1	73.3	19.6
Cos Φ	0.94	0.96	0.92

Fuente: Elaboración propia. CORPOEMA 2014

Tal y como es posible ver en la tabla resumen, las mediciones realizadas en los diferentes circuitos evaluados permiten evidenciar las siguientes condiciones inadecuadas, que sugieren fallos y errores en el sistema evaluado.

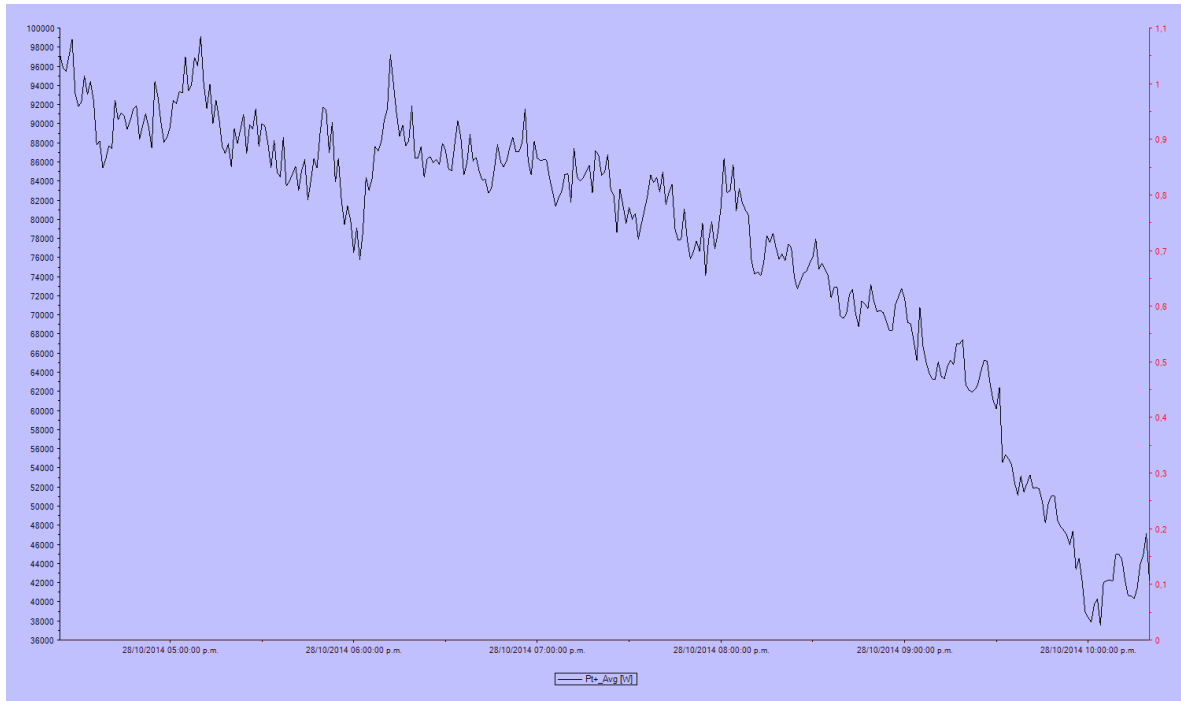
- Desbalance en corrientes por fase
- Elevada corriente en el neutro
- Factor de potencia por debajo de valores permitidos

A continuación detallamos cada una de las variables medidas en el totalizador de la sede:

- **Potencia Activa**

La medida de la potencia activa, indica que la carga máxima presentada en la sede de medio ambiente es cercana a los 100 kW, no obstante la carga máxima teórica alcanza los 170 kW, además se puede notar que en la sede se presenta una carga base de 44 kW.

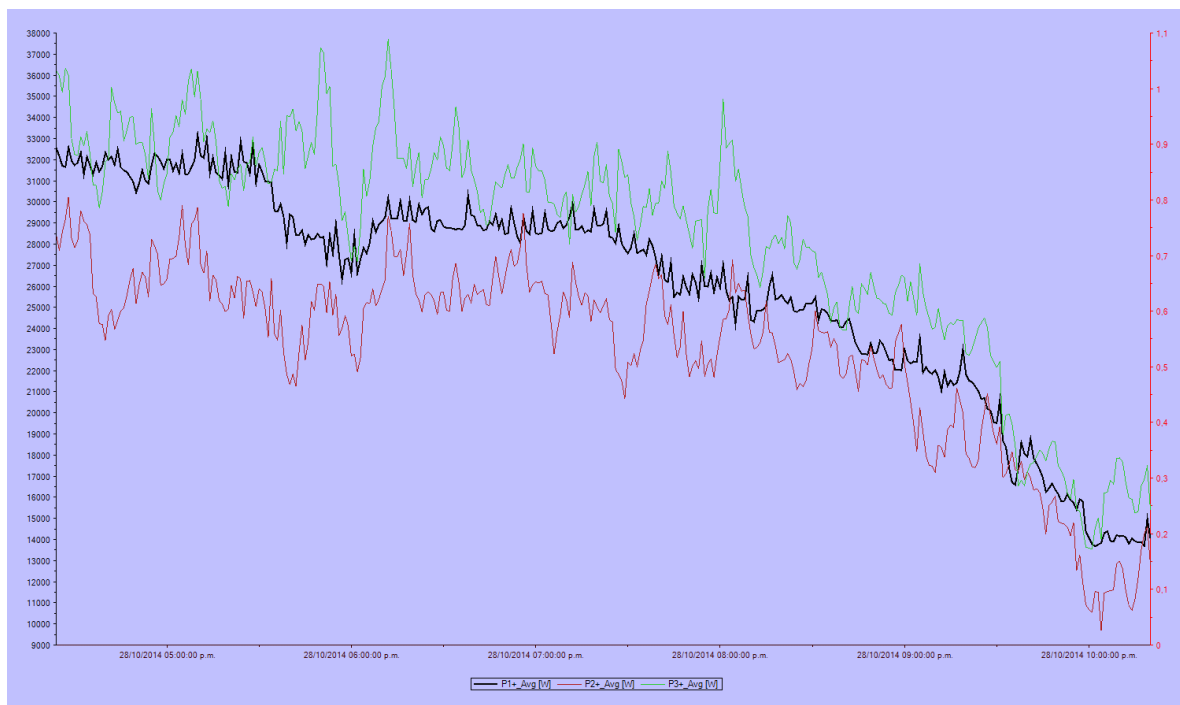
Figura 18. Potencia activa total – sede El Vivero



Fuente: Elaboración propia. CORPOEMA 2014

La figura siguiente muestra la potencia activa de cada una de las fases, se muestra que la fase de mayor carga es la 3, y la de mas baja carga es la 2, se evidencia además que la máxima carga por fase es de 33 kW para la A, 30 kW para la fase B y 37 kW para la fase C.

Figura 19. Potencia activa Por fase – sede El Vivero

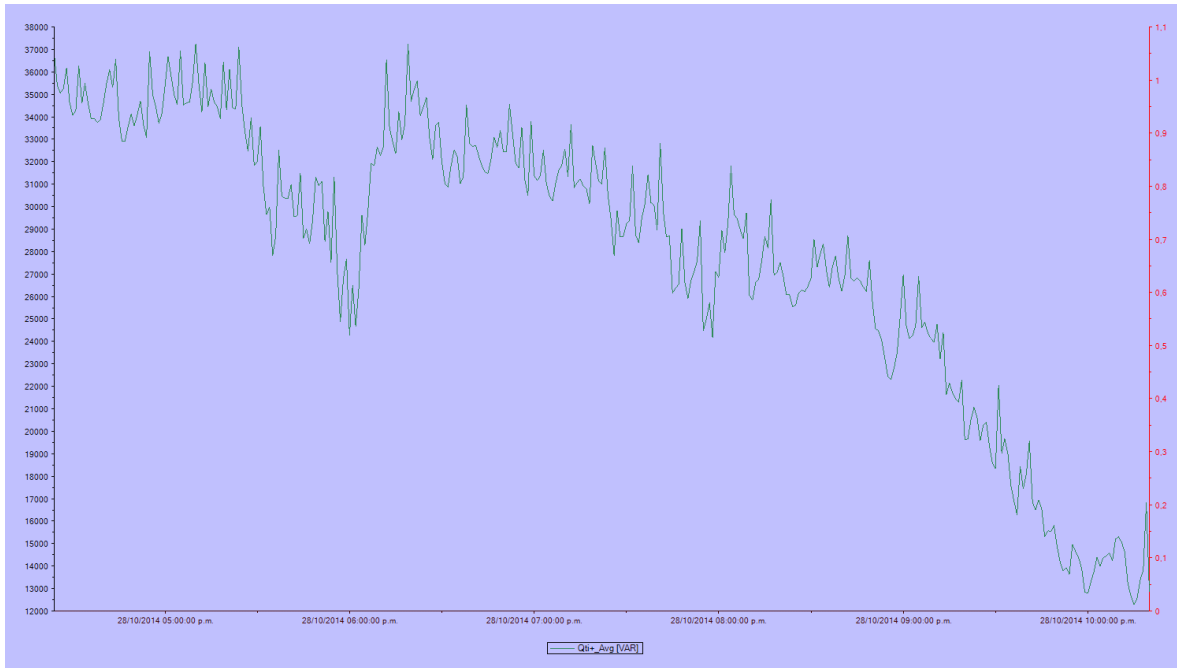


Fuente: Elaboración propia. CORPOEMA 2014

- **Potencia Reactiva**

La potencia reactiva se presenta en las instalaciones electricas cuando existen cargas inductivas y capacitivas, en el caso de la sede El Vivero, la maxima potencia reactiva registrada es de 37.25 kVAr, la cual considerando el maximo de la potencia activa es del 37.25%. considerando que en la universidad la carga por fuentes que generan reactiva inductiva es de 45.5 kW, correspondiente a equipos en los que incluye motores tales como bombas, motoredutores, motores de proceso, compresores de refrigeración y aire acondicionado, estos equipos participan con el consumo de energia del 17.1% del total, otra funete que genera este tipo de potencia son los balastos electromagneticos que utilizan las lamparas fluorescentes T12.

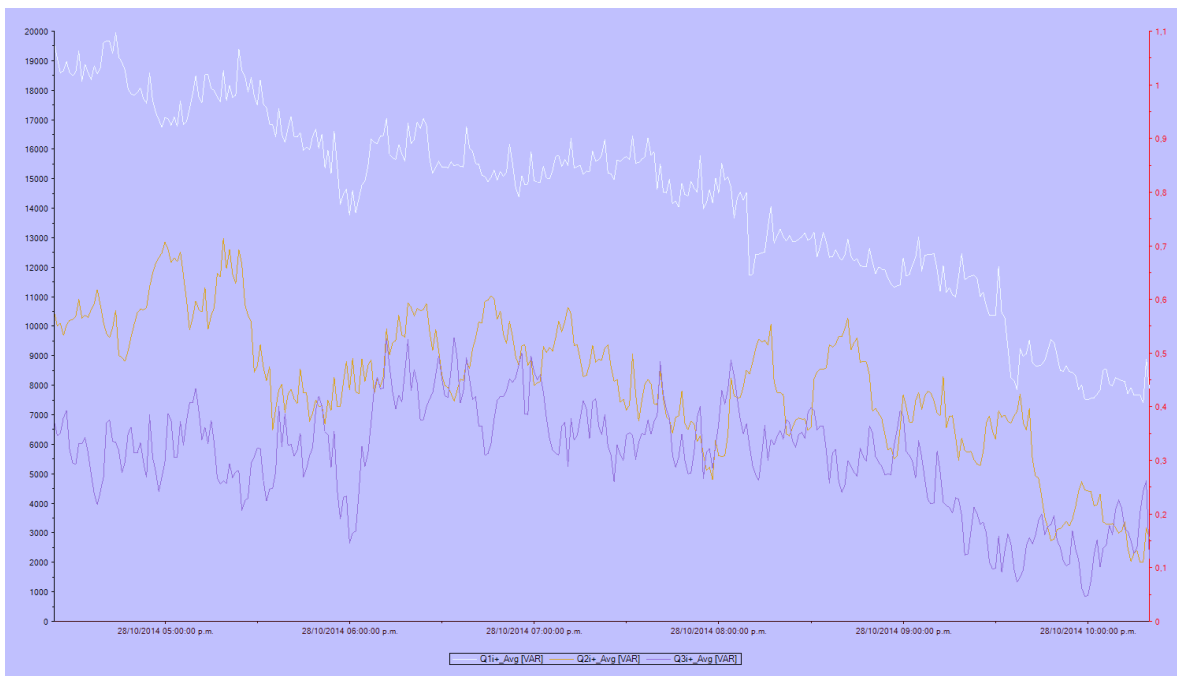
Figura 20. Potencia reactiva total – sede El Vivero



Fuente: Elaboración propia. CORPOEMA 2014

La fase 1 es la que mas potencia reactiva genera en esta fase se alcanza niveles de 20 kVar, lo cual representa el 54% del consumo total de potencia reactiva.

Figura 21. Potencia reactiva por fase – sede El Vivero

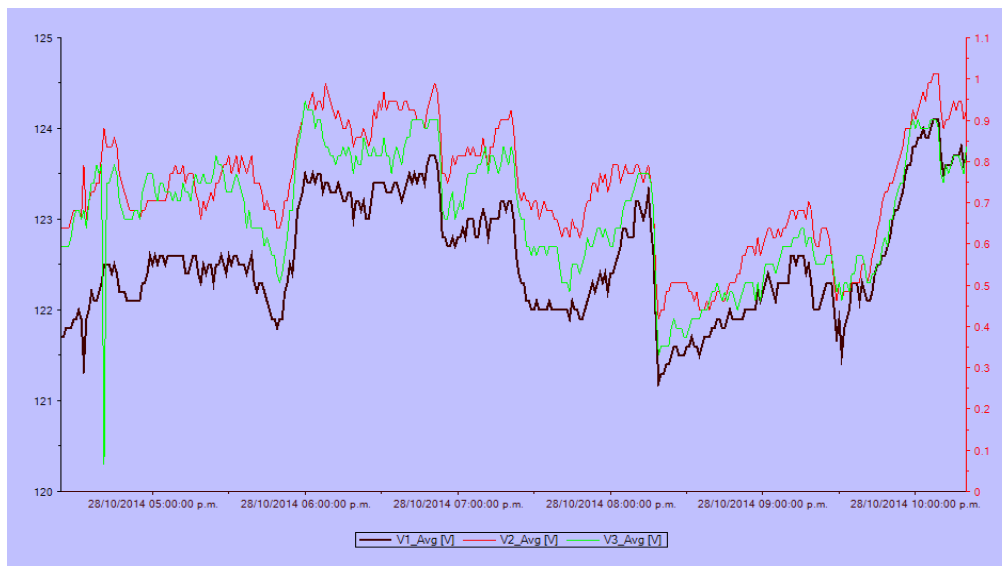


Fuente: Elaboración propia. CORPOEMA 2014

- **Corriente de líneas**

La figura a continuación permite observar el comportamiento de la corriente en cada una de las fases medidas. La variación en corriente entre la fase 2 y la fase 1 es de 44,8 A y la 37.1 A entre la fase 2 y la fase 3, valores importantes para corrientes de operación de entre 196 A Y 241 A.

Figura 22. Corriente por fase _Sede m. Ambiente

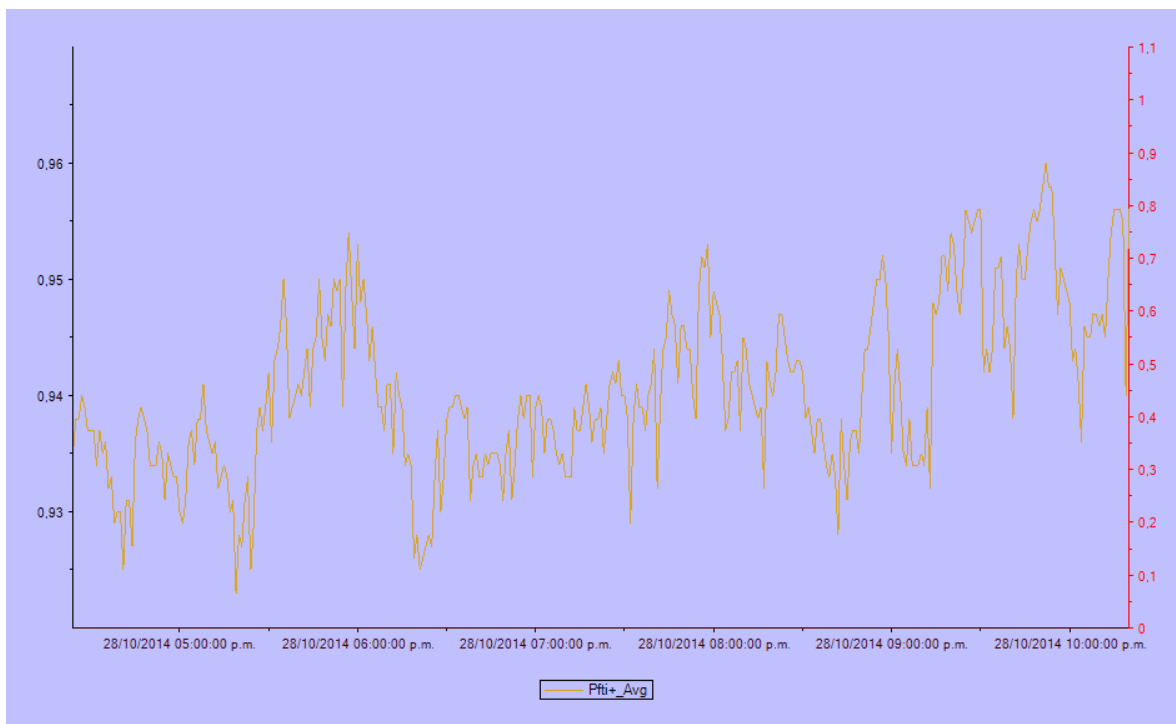


Fuente: Elaboración propia. CORPOEMA 2014

El desbalance de carga en un sistema puede poner en riesgo la integridad y correcta operación de este dado que muchos de los dispositivos que hacen parte de la instalación eléctrica son dimensionados inicialmente para operar a valores medios y no para valores máximos como los que se presentan en condición de desbalance de ahí que se pueda presentar sobrecalentamiento de conductores, deterioro y mala operación de interruptores y contactores, entre otros.

- **Factor de potencia**

Figura 23. Factor de potencia – sede el Vivero



Fuente: Elaboración propia. CORPOEMA 2014

El consumo de energía y potencia reactiva está entre los límites definidos por la CREG; el factor de potencia es superior a 0.92, y oscila entre este valor y 0,96 inductivo, esta variación del factor de potencia conlleva al consumo de potencia reactiva, entre mayor sea el factor de potencia menor es el consumo por energía reactiva. Este factor se compensa entre otros mediante bancos de condensadores, baterías de condensadores, motores sincrónicos o sistemas de iluminación con balasto electrónico.

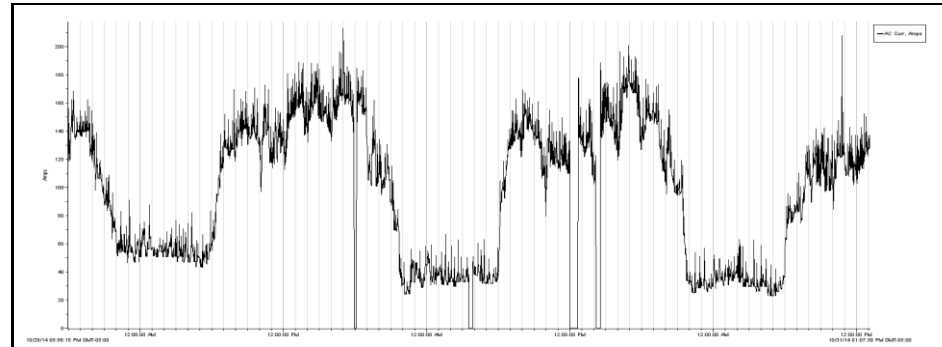
- **Mediciones de circuitos**

A continuación se muestra el comportamiento de las mediciones realizadas en los tableros de distribución principal.

CARACTERÍSTICAS DE LA MEDICION	
CIRCUITO O EQUIPO	EDIFICIO NATURA
HOBO UTILIZADO	4 CANALES
PINZA UTILIZADA	P600-N1

RESULTADOS DE LA MEDICIÓN	
CONSUMO MENSUAL (kWh)	14684.08
Corriente promedio en operación (A)	103.95
Horas de operación al día (h)	23.52
Potencia Promedio (W)	20813.7
Consumo Diario (kWh)	489.47

CARACTERÍSTICAS DE LA MEDICIÓN	
Fecha y hora de Medición	10/29/14 07:18:58 AM
Duración de la Medición	24 horas
Voltaje (V_{AC})	213
$COS \Phi$	0.94
Se empleó un Data Logger HOBO y una pinza amperimétrica	
Calibración de la Pinza	1.010
Error de la Pinza (A)	0.104
Frecuencia de Medición (min)	1

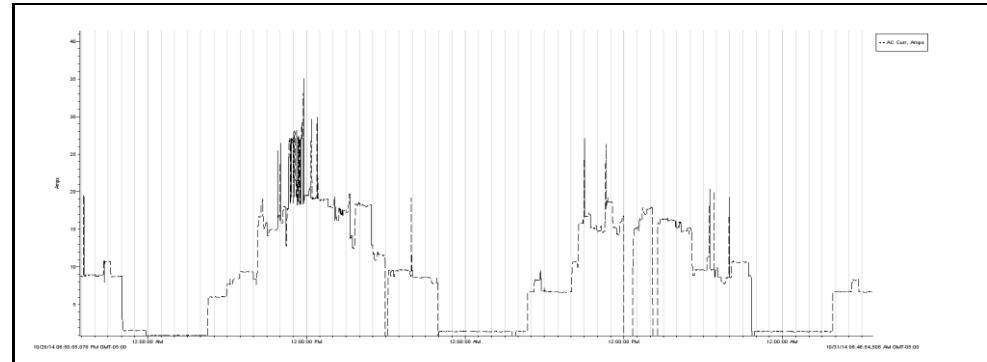


Se midió la fase A del edificio Natura, se evidencia un consumo de corriente máximo de 213 A, y mínimo de 24 A, el consumo de corriente en este circuito es constante en las horas del día y en las horas de la noche, en el día se presenta un consumo cercano a los 140 A y en la noche se tiene una carga base de 45 A.

CARACTERÍSTICAS DE LA MEDICIÓN	
CIRCUITO O EQUIPO	Auditorio de Sistemas
HOBO UTILIZADO	4 canales
PINZA UTILIZADA	P100-05

RESULTADOS DE LA MEDICIÓN	
CONSUMO MENSUAL (kWh)	1437.07
Corriente promedio en operación (A)	10.28
Horas de operación al día (h)	23.52
Potencia Promedio (W)	2037.0
Consumo Diario (kWh)	47.90

CARACTERÍSTICAS DE LA MEDICIÓN	
Fecha y hora de Medición	10/29/14 07:18:58 AM
Duración de la Medición	24 horas
Voltaje (V_{AC})	213
$COS \Phi$	0.93
Se empleó un Data Logger HOBO y una pinza amperimétrica	
Calibración de la Pinza	1.010
Error de la Pinza (A)	0.104
Frecuencia de Medición (min)	1

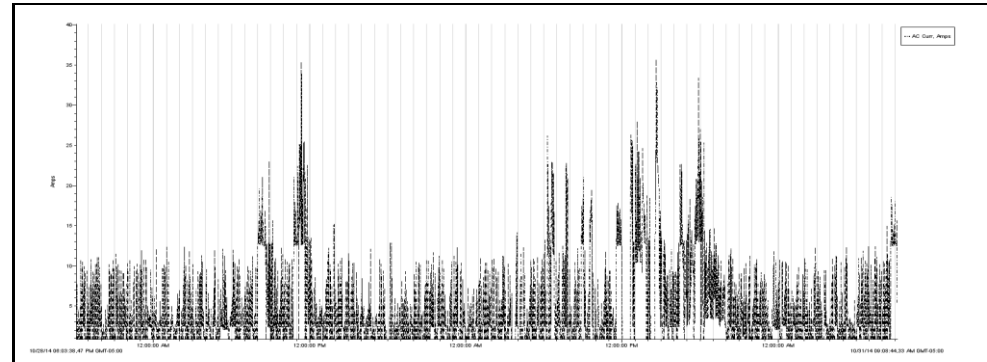


Se midió el circuito que alimenta el auditorio de sistemas, se evidencia el consumo de corriente el cual alcanza un máximo de 35 A, el consumo promedio del auditorio es de 13 A, no obstante se evidencia que este espacio inicia su consumo desde las 4:30 am hasta las 10:00 pm, se recomienda hacer seguimiento al uso de este espacio ya que los tiempos de operación no coinciden con la afluencia de los estudiantes que utilizan este espacio.

CARACTERÍSTICAS DE LA MEDICIÓN	
CIRCUITO O EQUIPO	Herbario forestal
HOBO UTILIZADO	4 Canales
PINZA UTILIZADA	P50-11

RESULTADOS DE LA MEDICIÓN	
CONSUMO MENSUAL (kWh)	499.28
Corriente promedio en operación (A)	6.07
Horas de operación al día (h)	13.83
Potencia Promedio (W)	1203.1
Consumo Diario (kWh)	16.64

CARACTERÍSTICAS DE LA MEDICIÓN	
Fecha y hora de Medición	10/29/14 07:18:58 AM
Duración de la Medición	24 horas
Voltaje (V _{AC})	213
COS Φ	0.93
Se empleó un Data Logger HOBO y una pinza amperimétrica	
Calibración de la Pinza	1.010
Error de la Pinza (A)	0.112
Frecuencia de Medición (min)	1

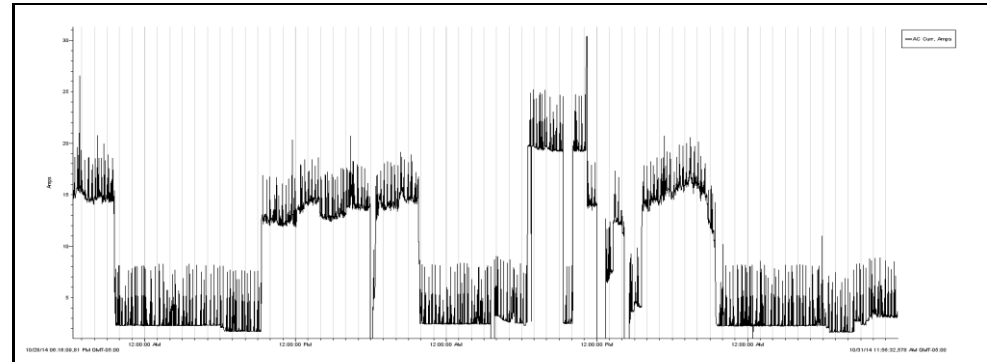


Se evidencia una carga irregular en la cual se accionan diferentes equipos con motores eléctricos, en la base de medición se puede apreciar la operación de un refrigerador ya que se muestra los ciclos de operación del mismo, el máximo de corriente registrado en este circuito es de 35.3 A y el mínimo es de 1.95 A, el consumo promedio es de 6.07 A.

CARACTERÍSTICAS DE LA MEDICION	
CIRCUITO O EQUIPO	Audiovisuales
HOBO UTILIZADO	4 canales
PINZA UTILIZADA	P100-03

RESULTADOS DE LA MEDICIÓN	
CONSUMO MENSUAL (kWh)	1348.76
Corriente promedio en operación (A)	10.08
Horas de operación al día (h)	22.52
Potencia Promedio (W)	1996.7
Consumo Diario (kWh)	44.96

CARACTERÍSTICAS DE LA MEDICIÓN	
Fecha y hora de Medición	10/29/14 04:01:35 PM
Duración de la Medición	24 horas
Voltaje (V _{AC})	213
COS Φ	0.93
Se empleó un Data Logger HOBO y una pinza amperimétrica	
Calibración de la Pinza	1.010
Error de la Pinza (A)	0.112
Frecuencia de Medición (min)	1

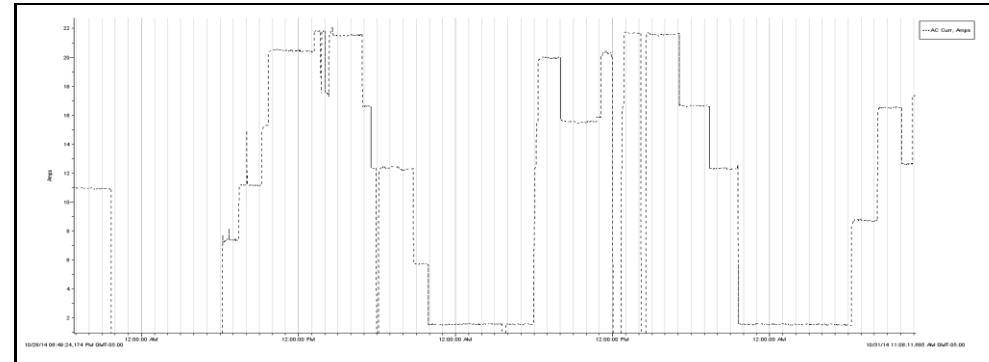


La medición muestra una ciclicidad en el consumo se evidencia una carga de base de 2.5 A, en el día entra en operación la carga maxima de 25 A, el consumo promedio es de 15 A. En esta facilidad inician operaciones a las 9 de la mañana y finalizan a las 9:30 de la noche.

CARACTERÍSTICAS DE LA MEDICION	
CIRCUITO O EQUIPO	Laboratorio microbiolog
HOBO UTILIZADO	4 canales
PINZA UTILIZADA	P100-02

RESULTADOS DE LA MEDICIÓN	
CONSUMO MENSUAL (kWh)	1511.25
Corriente promedio en operación (A)	11.29
Horas de operación al día (h)	22.52
Potencia Promedio (W)	2237.2
Consumo Diario (kWh)	50.38

CARACTERÍSTICAS DE LA MEDICIÓN	
Fecha y hora de Medición	10/29/14 04:01:35 PM
Duración de la Medición	24 horas
Voltaje (V _{AC})	213
COS Φ	0.93
Se empleó un Data Logger HOBO y una pinza amperimétrica	
Calibración de la Pinza	1.010
Error de la Pinza (A)	0.112
Frecuencia de Medición (min)	1

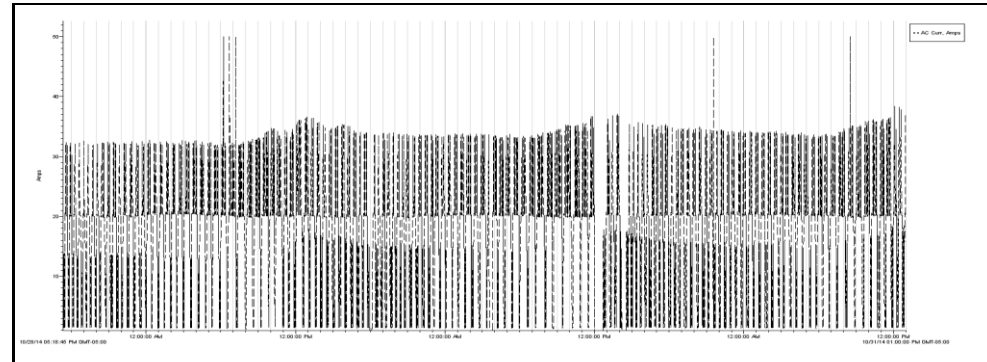


El circuito del laboratorio de microbiología, muestra un comportamiento constante, en el cual presenta un máximo de corriente de 21.5 A, y una carga de base de 1.5 A, esta parte de la sede inicia operación a las 6:00 am y finaliza operaciones a las 10:00 pm.

CARACTERÍSTICAS DE LA MEDICIÓN	
CIRCUITO O EQUIPO	Aire Acondicionado
HOBO UTILIZADO	4 canales
PINZA UTILIZADA	P50-07

RESULTADOS DE LA MEDICIÓN	
CONSUMO MENSUAL (kWh)	2536.40
Corriente promedio en operación (A)	18.97
Horas de operación al día (h)	22.50
Potencia Promedio (W)	3757.6
Consumo Diario (kWh)	84.55

CARACTERÍSTICAS DE LA MEDICIÓN	
Fecha y hora de Medición	10/29/14 04:01:35 PM
Duración de la Medición	24 horas
Voltaje (V _{AC})	213
COS Φ	0.93
Se empleó un Data Logger HOBO y una pinza amperimétrica	
Calibración de la Pinza	1.010
Error de la Pinza (A)	0.104
Frecuencia de Medición (min)	1



Este circuito muestra el comportamiento del sistema de aire acondicionado, se evidencia que este sistema opera las 24 horas del día, presentando un máximo de 37 A, un mínimo de 1.4 A, el consumo promedio de este circuito es de 18.97 A

4.5.1 Evaluación del sistema de iluminación

El equipo de trabajo realizó durante la evaluación energética un inventario de los equipos de iluminación instalados en la sede de Ambiente. Se tomaron los datos de la cantidad de luminarias su estado y la tecnología teniendo en cuenta el espacio en el que está localizada. Las siguientes tablas muestran este inventario por cada una de las tecnologías, para cada una de las áreas en las que está dividida la universidad.

Tabla 24. Potencia total instalada y energía consumida por iluminación en la carpintería y el parqueadero

USO FINAL DE ENERGÍA	EQUIPO	ÁREA O PROCESO	POTENCIA (W)	CANTIDAD	POTENCIA TOTAL (kW)	TIEMPO DE OPERACIÓN (horas/día)	CONSUMO (kWh/día)
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T12	Carpintería	75	6	0.45	0.1	0.045
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T12	Carpintería	40	20	0.80	0.5	0.4

USO FINAL DE ENERGÍA	EQUIPO	ÁREA O PROCESO	POTENCIA (W)	CANTIDAD	POTENCIA TOTAL (kW)	TIEMPO DE OPERACIÓN (horas/día)	CONSUMO (kWh/día)
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T12	CASETA PÁRQUEADERO	40	6	0.24	12	2.88

Tabla 25. Potencia total instalada y energía consumida por iluminación en el edificio de la decanatura

USO FINAL DE ENERGÍA	EQUIPO	ÁREA O PROCESO	POTENCIA (W)	CANTIDAD	POTENCIA TOTAL (kW)	TIEMPO DE OPERACIÓN (horas/día)	CONSUMO (kWh/día)	Medido/Estimado
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	EDIFICIO DECANATURA ZONAS COMUNES	17	20	0.34	7	2.38	
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T12	EDIFICIO DECANATURA ZONAS COMUNES	40	192	7.68	12	92.16	

USO FINAL DE ENERGÍA	EQUIPO	ÁREA O PROCESO	POTENCIA (W)	CANTIDAD	POTENCIA TOTAL (kW)	TIEMPO DE OPERACIÓN (horas/día)	CONSUMO (kWh/día)
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T12	EDIFICIO DECANATURA S1	40	14	0.56	12	6.72
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	EDIFICIO DECANATURA S1	17	12	0.20	12	2.448
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T12	EDIFICIO DECANATURA S1	40	74	2.96	12	35.52
Iluminación	LFC	EDIFICIO DECANATURA A1	20	18	0.36	5	1.8
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T12	EDIFICIO DECANATURA A1	40	6	0.24	5	1.2
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T12	EDIFICIO DECANATURA C1	40	4	0.16	12	1.92
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T12	EDIFICIO DECANATURA C1	40	8	0.32	12	3.84
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T12	EDIFICIO DECANATURA C1	40	2	0.32	12	3.84
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T12	EDIFICIO DECANATURA C1	40	2	0.32	12	3.84
Iluminación	LFC	EDIFICIO DECANATURA C1	20	1	0.02	8	0.16
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T12	EDIFICIO DECANATURA Z1	40	6	0.24	14	3.36
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	EDIFICIO DECANATURA Z1	17	24	0.41	9	3.672
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	EDIFICIO DECANATURA S1	17	16	0.27	5	1.36
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	EDIFICIO DECANATURA S1	17	8	0.14	12	1.632
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	EDIFICIO DECANATURA A1	17	4	0.07	12	0.816
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T12	EDIFICIO DECANATURA A1	40	2	0.08	12	0.96
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	EDIFICIO DECANATURA S1	17	12	0.20	12	2.448

Tabla 26. Potencia total instalada y energía consumida por iluminación en el edificio principal

USO FINAL DE ENERGÍA	EQUIPO	ÁREA O PROCESO	POTENCIA (W)	CANTIDAD	POTENCIA TOTAL (kW)	TIEMPO DE OPERACIÓN (horas/día)	CONSUMO (kWh/día)
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Piso 5 Salon 501 EDIFICIO NA	17	12	0.20	6	1.224
Iluminación	LFC	Piso 5 Salon 501 EDIFICIO NA	12	12	0.14	6	0.864
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Piso 5 Salon 502 EDIFICIO NA	17	20	0.34	5	1.7
Iluminación	LFC	Piso 5 Salon 502 EDIFICIO NA	12	8	0.10	5	0.48
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Piso 5 Salon 503 EDIFICIO NA	17	16	0.27	6	1.632
Iluminación	LFC	Piso 5 Salon 503 EDIFICIO NA	12	10	0.12	6	0.72
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Piso 5 Salon 504 EDIFICIO NA	17	12	0.20	6	1.224
Iluminación	LFC	Piso 5 Salon 504 EDIFICIO NA	12	10	0.12	6	0.72
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Piso 5 Salon 505 EDIFICIO NA	17	16	0.27	6	1.632
Iluminación	LFC	Piso 5 Salon 505 EDIFICIO NA	12	10	0.12	6	0.72
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Piso 5 Salon 506 EDIFICIO NA	17	20	0.34	6	2.04
Iluminación	LFC	Piso 5 Salon 506 EDIFICIO NA	12	10	0.12	6	0.72
Iluminación	LFC	Piso 5 Zonas Comunes EDIFICIO	12	38	0.46	12	5.472
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T12	Piso 5 Zonas Comunes EDIFICIO	40	16	0.64	5	3.2
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Piso 5 Zonas Comunes EDIFICIO	32	6	0.19	12	2.304
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Piso 5 Red de datos oficina EDIFICIO	17	28	0.48	9	4.284
Iluminación	LFC	Piso 5 Red de datos oficina EDIFICIO	12	8	0.10	9	0.864
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Piso 5 Sala Multiple EDIFICIO	17	20	0.34	9	3.06
Iluminación	LFC	Piso 5 Sala Multiple EDIFICIO	12	8	0.10	6	0.576
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Piso 4 Salon 401 EDIFICIO NA	17	12	0.20	7	1.428
Iluminación	LFC	Piso 4 Salon 401 EDIFICIO NA	12	12	0.14	7	1.008
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Piso 4 Salon 402 EDIFICIO NA	17	20	0.34	7	2.38
Iluminación	LFC	Piso 4 Salon 402 EDIFICIO NA	12	8	0.10	7	0.672
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Piso 4 Salon 403 EDIFICIO NA	17	16	0.27	6	1.632
Iluminación	LFC	Piso 4 Salon 403 EDIFICIO NA	12	10	0.12	6	0.72
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Piso 4 Salon 404 EDIFICIO NA	17	16	0.27	6	1.632
Iluminación	LFC	Piso 4 Salon 404 EDIFICIO NA	12	10	0.12	6	0.72
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Piso 4 Salon 405 EDIFICIO NA	17	16	0.27	7	1.904
Iluminación	LFC	Piso 4 Salon 405 EDIFICIO NA	12	10	0.12	7	0.84
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Piso 4 Salon 406 EDIFICIO NA	17	20	0.34	7	2.38
Iluminación	LFC	Piso 4 Salon 406 EDIFICIO NA	12	10	0.12	7	0.84
Iluminación	LFC	Piso 5 Zonas Comunes EDIFICIO	12	40	0.48	12	5.76
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T12	Piso 5 Zonas Comunes EDIFICIO	40	16	0.64	8	5.12
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Piso 5 Zonas Comunes EDIFICIO	32	6	0.19	12	2.304
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Piso 4 Sala de Profesores forestales	17	16	0.27	8	2.176
Iluminación	LFC	Piso 4 Sala de Profesores forestales	12	8	0.10	9	0.864
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Piso 3 Sala de Fotointerpretación	17	16	0.27	14	3.808
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T12	Piso 3 Sala de Fotointerpretación	40	4	0.16	14	2.24
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T12	Piso 3 Sala de Fotointerpretación	75	2	0.15	14	2.1
Iluminación	LFC	Piso 3 Sala de Fotointerpretación	12	4	0.05	14	0.672
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Piso 3 Salon 301 EDIFICIO NA	17	20	0.34	7	2.38
Iluminación	LFC	Piso 3 Salon 301 EDIFICIO NA	12	8	0.10	7	0.672
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Piso 3 Salon 302 EDIFICIO NA	17	16	0.27	6	1.632
Iluminación	LFC	Piso 3 Salon 302 EDIFICIO NA	12	10	0.12	6	0.72
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Piso 3 Salon 303 EDIFICIO NA	17	16	0.27	6	1.632
Iluminación	LFC	Piso 3 Salon 303 EDIFICIO NA	12	10	0.12	6	0.72
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Piso 3 Salon 304 EDIFICIO NA	17	16	0.27	7	1.904
Iluminación	LFC	Piso 3 Salon 304 EDIFICIO NA	12	10	0.12	7	0.84
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Piso 3 Salon 305 EDIFICIO NA	17	20	0.34	7	2.38
Iluminación	LFC	Piso 3 Salon 305 EDIFICIO NA	12	10	0.12	7	0.84
Iluminación	LFC	Piso 3 Zonas Comunes EDIFICIO	12	48	0.58	15	8.64
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T12	Piso 3 Zonas Comunes EDIFICIO	40	16	0.64	8	5.12
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Piso 3 Zonas Comunes EDIFICIO	32	6	0.19	12	2.304
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Piso 3 Biblioteca EDIFICIO NA	17	136	2.31	14	32.368
Iluminación	LFC	Piso 3 Biblioteca EDIFICIO NA	12	12	0.14	14	2.016
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Piso 4 Hemeroteca EDIFICIO NA	17	104	1.77	14	24.752
Iluminación	LFC	Piso 4 Hemeroteca EDIFICIO NA	12	16	0.19	14	2.688
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Piso 2 Almacén de Topografía	17	16	0.27	12	3.264
Iluminación	LFC	Piso 2 Almacén de Topografía	12	6	0.07	12	0.864
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Piso 2 Salon 201 EDIFICIO NA	17	20	0.34	7	2.38
Iluminación	LFC	Piso 2 Salon 201 EDIFICIO NA	12	8	0.10	5	0.48
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Piso 2 Salon 202 EDIFICIO NA	17	16	0.27	6	1.632
Iluminación	LFC	Piso 2 Salon 202 EDIFICIO NA	12	8	0.10	6	0.576
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Piso 2 Salon 203 EDIFICIO NA	17	16	0.27	6	1.632
Iluminación	LFC	Piso 2 Salon 203 EDIFICIO NA	12	10	0.12	6	0.72
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Piso 2 Salon 204 EDIFICIO NA	17	16	0.27	6	1.632
Iluminación	LFC	Piso 2 Salon 204 EDIFICIO NA	12	10	0.12	6	0.72
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Piso 5 Salon 205 EDIFICIO NA	17	20	0.34	8	2.72
Iluminación	LFC	Piso 5 Salon 205 EDIFICIO NA	12	10	0.12	8	0.96
Iluminación	LFC	Piso 5 Zonas Comunes EDIFICIO	12	44	0.53	20	10.56
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T12	Piso 5 Zonas Comunes EDIFICIO	40	16	0.64	8	5.12
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Piso 5 Zonas Comunes EDIFICIO	32	6	0.19	12	2.304
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Piso 2 Postgrados EDIFICIO NA	17	6	0.10	12	1.224
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Piso 2 Sala profesores EDIFICIO NA	17	42	0.71	12	8.568
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Piso 1 Proyecto Curricular TT #	17	12	0.20	6	1.224
Iluminación	LFC	Piso 1 Proyecto Curricular TT #	12	12	0.14	6	0.864
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Piso 1 Salon 101 EDIFICIO NA	17	20	0.34	8	2.72
Iluminación	LFC	Piso 1 Salon 101 EDIFICIO NA	12	8	0.10	8	0.768
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Piso 1 Salon 102 EDIFICIO NA	17	16	0.27	7	1.904
Iluminación	LFC	Piso 1 Salon 102 EDIFICIO NA	12	10	0.12	7	0.84
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Piso 1 Salon 103 EDIFICIO NA	17	16	0.27	6	1.632
Iluminación	LFC	Piso 1 Salon 103 EDIFICIO NA	12	10	0.12	6	0.72
Iluminación	LFC	Piso 1 Salon 104 EDIFICIO NA	12	16	0.27	6	1.632
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Piso 1 Salon 104 EDIFICIO NA	17	10	0.12	6	0.72
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Piso 1 Salon 105 EDIFICIO NA	17	20	0.34	8	2.72
Iluminación	LFC	Piso 1 Salon 105 EDIFICIO NA	12	10	0.12	8	0.96
Iluminación	LFC	Piso 5 Zonas Comunes EDIFICIO	12	38	0.46	12	5.472
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T12	Piso 5 Zonas Comunes EDIFICIO	40	16	0.64	5	3.2
Iluminación	LFC	Piso 1 Sala de profesores EDIFICIO	12	28	0.34	12	4.032
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T12	Piso 1 Sala de profesores EDIFICIO	40	2	0.08	3	0.24
Iluminación	LFC	Piso 1 Audiovisuales EDIFICIO	12	2	0.02	12	0.288
Iluminación	LFC	Piso 1 Cafetería EDIFICIO NAT	12	30	0.36	12	4.32
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T12	Piso 1 Cafetería EDIFICIO NAT	75	2	0.15	12	1.8
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Piso1 EDIFICIO BIENESTAR	17	72	1.22	14	17.136
Iluminación	LFC	Piso1 EDIFICIO BIENESTAR	12	3	0.03	12	0.144
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T12	Piso1 EDIFICIO BIENESTAR	75	2	0.15	12	1.8
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T12	Piso 2 EDIFICIO BIENESTAR	40	4	0.16	8	1.28
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Mantenimiento	17	8	0.14	12	1.632
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T12	Recepción	40	4	0.16	10	1.6
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T12	Salón de música y Dibujo	75	4	0.30	8	2.4
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T12	Salón Aula 912	75	4	0.30	8	2.4

Tabla 27. Potencia total instalada y energía consumida por iluminación en la terraza Natura

USO FINAL DE ENERGÍA	EQUIPO	ÁREA O PROCESO	POTENCIA (W)	CANTIDAD	POTENCIA TOTAL (kW)	TIEMPO DE OPERACIÓN (horas/día)	CONSUMO (kWh/día)
Iluminación	LFC	TERRAZA EDIFICIO NATURA	20	8	0.16	0.5	0.08
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	TERRAZA EDIFICIO NATURA	32	8	0.26	12	3.072
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T12	Tienda Universitaria	75	6	0.45	12	5.4

Tabla 28. Potencia total instalada y energía consumida por iluminación en el edificio de laboratorios

USO FINAL DE ENERGÍA	EQUIPO	ÁREA O PROCESO	POTENCIA (W)	CANTIDAD	POTENCIA TOTAL (kW)	TIEMPO DE OPERACIÓN (horas/día)	CONSUMO (kWh/día)
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	EDIFICIO LABORATORIOS 2 S	17	24	0.41	12	4.896
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T12	EDIFICIO LABORATORIOS 2 S	40	6	0.24	10	2.4
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	EDIFICIO LABORATORIOS 2 Z	17	16	0.27	1	0.272
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	EDIFICIO LABORATORIOS 2 La	17	28	0.48	10	4.76
Iluminación	Haluro_Metalico	EDIFICIO LABORATORIOS 2 La	200	1	0.20	0.5	0.1
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	EDIFICIO LABORATORIOS 2 Ca	17	16	0.27	12	3.264
Iluminación	LFC	EDIFICIO LABORATORIOS 2 Ca	20	4	0.08	12	0.96
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	EDIFICIO LABORATORIOS 2 La	17	28	0.48	8	3.808
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	EDIFICIO LABORATORIOS 2 La	17	20	0.34	4	1.36
Iluminación	LFC	EDIFICIO LABORATORIOS 2 La	12	8	0.10	4	0.384
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	EDIFICIO LABORATORIOS 2 La	17	20	0.34	0.5	0.17
Iluminación	LFC	EDIFICIO LABORATORIOS 2 La	12	8	0.10	8	0.768
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	EDIFICIO LABORATORIOS 2 La	17	20	0.34	12	4.08
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T12	EDIFICIO LABORATORIOS 2 H	75	6	0.45	10	4.5
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	EDIFICIO LABORATORIOS 2 H	17	56	0.95	10	9.52
Iluminación	LFC	EDIFICIO LABORATORIOS 2 La	12	24	0.29	12	3.456
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	EDIFICIO LABORATORIOS 2 La	17	4	0.07	12	0.816

Dentro del inventario realizado también se inventariaron las luminarias que se encontraban dañadas, existe un alto porcentaje de lámparas dañadas, el cual es de 158 lo cual representa un 5,8% del total dañadas.

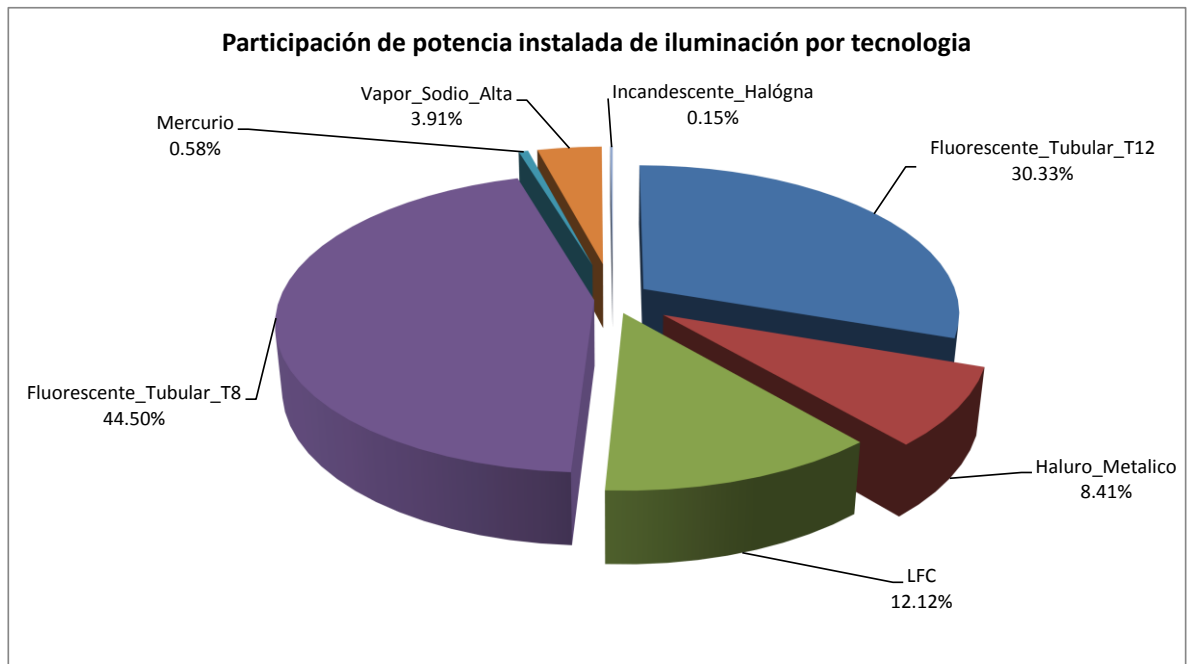
La tabla siguiente resume la potencia instalada y la energía consumida por tipo de lámpara, nótese que la capacidad total instalada por este concepto es de 69.01kW.

Tabla 29. Potencia total instalada y energía consumida por tipo de lámpara

EQUIPO	POTENCIA TOTAL (kW)	CONSUMO DE ENERGIA(kWh/día)	CANTIDAD DE BOMBILLAS
Fluorescente_Tubular_T12	20.93	208.75	478
Haluro_Metalico	5.80	67.30	18
LFC	8.36	81.98	676
Fluorescente_Tubular_T8	30.71	296.63	1600
Mercurio	0.40	4.80	1
Vapor_Sodio_Alta	2.70	32.40	18
Incandescente_Halógena	0.11	0.84	3
Total general	69.01	692.70	2794

La figura siguiente muestra gráficamente la participación por tecnología, las lámparas Fluorescente T8 son las que presentan mayor potencia instalada con una participación del 44.50%, seguido por las fluorescentes T12 con el 30,33%.

Figura 24. Participación por potencia instalada en iluminación por tecnología



El Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público – RETILAP, establece condiciones mínimas, máximas y promedio de los niveles de iluminación en diferentes áreas, la tabla siguiente muestra específicamente estos niveles en las áreas de oficina, áreas generales y zonas más específicas.

La medición de los niveles de iluminación se realizó para el edificio Natura el cual se encuentra ubicado en la sede Vivero de la universidad Distrital en horas de la tarde (2:00 pm a 3:30 pm) en un día con algo de nubosidad. Los sistemas de iluminación de los lugares evaluados estaba encendida; las luminarias encontrada en todos los lugares medidos estaba compuesta por 4 tubos Fluorescentes T8 de 17 W.

Para la evaluación se maneja la siguiente convención para los puntos medidos.

	Cumple RETILAP
	No Cumple RETILAP
	Fuente de iluminación Natural (ventana)

Según el reglamento técnico de iluminación y alumbrado público los niveles de iluminación en salones de clase en centros educativos debe encontrarse entre 300 y 1000 (lx).

Ed Natura Aula 506

342	307	373	275
525	1452	1297	1716
814	1254	1478	1054

- Niveles de iluminación que se encuentra dentro del rango permitido
- La uniformidad de la iluminación del recinto es baja
- Máximos niveles de iluminación cerca de Ventanas (por ser fuentes naturales pueden pasar de 1000(lx))

Ed Natura Aula 502

656	545	580	589
607	674	844	795
481	1865	1756	1325

- Niveles de iluminación que se encuentra dentro del rango permitido
- Distribución de niveles de iluminación normales
- Máximos niveles de iluminación cerca de Ventanas (por ser fuentes naturales pueden pasar de 1000(lx))

Ed Natura Aula 501

437	603	612	614
689	1014	1333	811
581	1546	1568	985

- Niveles de iluminación que se encuentra dentro del rango permitido
- Distribución de niveles de iluminación normales
- Máximos niveles de iluminación cerca de Ventanas (por ser fuentes naturales pueden pasar de 1000(lx))

Ed Natura Aula 402

245	399	363	345
353	959	887	553
456	984	1616	959

- Niveles de iluminación que se encuentra dentro del rango permitido
- La uniformidad de la iluminación del recinto es baja
- Máximos niveles de iluminación cerca de Ventanas (por ser fuentes naturales pueden pasar de 1000(lx))

Ed Natura Aula 403

300	272	278	278
327	345	323	352
137	132		147
2	4	1325	2
161	173		123
8	4	1545	4

- Niveles de iluminación no se encuentra dentro del rango permitido
- La uniformidad de la iluminación del recinto es baja
- Máximos niveles de iluminación cerca de Ventanas (por ser fuentes naturales pueden pasar de 1000(lx))

Ed Natura Aula 405

143	122	124	144
183	217	234	237
571	543	543	547
153	123		127
5	5	1523	2

- Niveles de iluminación no se encuentran dentro del rango permitido.
- La uniformidad de la iluminación del recinto es baja
- Máximos niveles de iluminación cerca de Ventanas (por ser fuentes naturales pueden pasar de 1000(lx))

Ed Natura Aula 201

255	380	282	316
326	525	325	334
825	797	411	796

- Niveles de iluminación que se encuentra dentro del rango permitido
- La uniformidad de la iluminación del recinto es baja
- Máximos niveles de iluminación cerca de Ventanas (por ser fuentes naturales pueden pasar de 1000(lx))

Ed Natura Aula 204

325	322	323	344
314	512	455	622
			144
612	646	754	4
121	121		132
3	4	1115	3

- Niveles de iluminación que se encuentra dentro del rango permitido
- Distribución de niveles de iluminación normal
- Máximos niveles de iluminación cerca de Ventanas (por ser fuentes naturales pueden pasar de 1000(lx))

Ed Natura Aula 103

170	169	159	166
132	176	184	189
562	403	331	320
161	156		152
1	2	1540	3

- Niveles de iluminación no se encuentra dentro del rango permitido
- La uniformidad de la iluminación del recinto es baja
- Máximos niveles de iluminación cerca de Ventanas (por ser fuentes naturales pueden pasar de 1000(lx))

Ed Natura Aula 104

134	113	105	102
91	153	178	192
359	312	345	313
736	742	985	982

- Niveles de iluminación que se encuentra dentro del rango permitido
- La uniformidad de la iluminación del recinto es baja
- Máximos niveles de iluminación cerca de Ventanas (por ser fuentes naturales pueden pasar de 1000(lx))

A partir de lo anterior se evidencia lo siguiente:

- Los niveles de iluminación más altos se encuentran en los pisos superiores. los niveles más bajos de iluminación se encuentran en los pisos inferiores
- La distribución de iluminación en el edificio Natura en salones de clase no satisface las condiciones que permiten una distribución de luz artificial de una manera uniforme, esto se debe en gran medida a la forma con que se encuentra colocada la luminaria en un techo donde obstaculiza el cono de luz, es decir al ser un techo con fondo, la luminaria queda hundida en el techo y corta el haz de luz, ver la figura siguiente.

Figura 25. Sistemas de iluminación con obstáculos en techos



Dado lo anterior en resumen de las evaluaciones realizadas y considerando el concepto de confort visual el cual es muy importante para evitar la posibilidad de la tensión ocular y dolores de cabeza, por lo que es necesario limitar la intensidad de luz o posibles fuentes e deslumbramiento en el campo visual. En los espacios de enseñanza o salones de clase, es necesario un nivel mínimo de iluminancia y una uniformidad de iluminación relativamente alta, caso que para la muestra de salones evaluados no se esta presentando, ya que en las áreas de las ventanas dada la iluminación exterior alcanza niveles por encima de los 1000 lx, y en los sitios alejados de las ventanas baja hasta por

debajo de los niveles mínimos requeridos de 300 lx, esto genera una uniformidad baja como se muestra en las tablas anteriores, esto lleva a que es necesario equilibrar poniendo persianas en las ventana a fin de controlar el deslumbramiento por la luz del sol y cambiar las lámparas de iluminación artificial, asegurando mínimo 300 lx en los salones de clase, se evidencia además el alto uso de lámparas T12 con balasto electromagnético, el cual presenta un efecto estroboscópico y los niveles de iluminación que emite la fuente de luz es baja comparada con otras tecnologías fluorescentes y la depreciación lumínica es considerable en función del tiempo, por tanto la mejor recomendación es sustituir este tipo de tecnología por fluorescente tubular T8 o T5 ya que debido al balasto electrónico que traen no presenta el efecto estroboscópico, y la depreciación luminosa no disminuye del 80% en la vida útil de la lámpara.

4.5.2 Otros equipos

En la sección 4.4.1, se describe el inventario de equipos ofimáticos y otros equipos, la participación de equipos ofimáticos se resume en la siguiente figura. Se nota que el uso de los computadores es masivo en las instalaciones, a partir de las visitas de recorrido se evidencia que varios de los funcionarios no apagan o ponen en modo hibernar los computadores, en esta medida o buena práctica existe un ahorro potencial de energía, considerando que el uso de los equipos ofimáticos participan con el 18.8% del consumo de energía eléctrica.

Tabla 30. Participación del consumo de los equipos ofimáticos

EQUIPO	POTENCIA TOTAL (kW)	CONSUMO DE ENERGIA(kWh/día)	CANTIDAD
PC monitor LCD	18.55	186.97	263
Impresora multifuncional Tinta	1.11	0.46	10
Video Beam	1.40	1.35	11
PC monitor CRT	2.93	30.66	32
Impresora de tinta	3.14	0.73	28
Modem	0.07	1.68	1
Impresora Laser	0.30	0.38	2
Fotocopiadora	1.86	7.53	6
Cuarto Climático	2.20	17.60	1
UPS	0.20	4.80	1
Rack de Comunicaciones	0.25	6.00	1
Scanner	0.60	0.30	2
Portátil	0.24	2.88	6
Cámaras Ue seguridad	0.50	12.00	20
Total general	33.35	273.34	384

4.6 DETERMINACIÓN DE POTENCIALES DE EFICIENCIA ENERGÉTICA

4.6.1 SISTEMA DE ILUMINACIÓN

Dado que el porcentaje de participación de lámparas T12 es elevado, considerando sustituir las lámparas T12, las incandescentes halógenas, vapor de sodio y mercurio, se obtendrían algunos ahorros en potencia instalada como en consumo de energía, la tabla siguiente muestra el consumo por estas tecnologías.

Tabla 31. Potencia instalada y energía consumida con sustitución

EQUIPO	POTENCIA TOTAL (kW)	CONSUMO DE ENERGIA(kWh/día)	CANTIDAD DE BOMBILLOS
Fluorescente_Tubular_T8	30.71	296.63	1600
Fluorescente_Tubular_T12	20.93	208.75	478
LFC	8.36	81.98	676
Haluro_Metalico	5.80	67.30	18
Vapor_Sodio_Alta	2.70	32.40	18
Mercurio	0.40	4.80	1
Incandescente_Halógena	0.11	0.84	3
Total general	69.01	692.70	2794

Considerando 2 escenarios de sustitución, los cuales están definidos por:

- Escenario 1: Sustitución de luminarias con lámparas T12 por luminarias especulares con lámparas T8 (las T12 de 40 W por T8 de 32 W y las de 75 W T12 por 54 W en T8), sustitución de halógenos de 35 W por LED de 9 W, sustitución de mercurio y vapor de sodio de 150 W por LED de 50 W y 400 W por 150 W.
- Escenario 2: Sustitución de luminarias con lámparas T12 por luminarias especulares con lámparas LED (las T12 de 40 W por LED de 17 W y las de 75 W T12 por 36 W en LED), sustitución de halógenos de 35 W por LED de 9 W, sustitución de mercurio y vapor de sodio de 150 W por LED de 50 W y 400 W por 150 W.

Tabla 32. Potencial de ahorro día escenario 1

EQUIPO	SUSTITUCIÓN 1		ESCENARIO 1 (T8+LED)	
	POTENCIA TOTAL (kW)	CONSUMO DE ENERGIA(kWh/día)	AHORRO EN POTENCIA (kW)	AHORRO EN ENERGÍA (kWh)
Fluorescente_Tubular_T8	30.71	296.63	0.00	0.00
Fluorescente_Tubular_T12	15.68	156.67	5.25	52.08
LFC	8.36	81.98	0.00	0.00
Haluro_Metalico	5.80	67.30	0.00	0.00
Vapor_Sodio_Alta	0.90	10.80	1.80	21.60
Mercurio	0.15	1.80	0.25	3.00
Incandescente_Halógena	0.03	0.22	0.08	0.62
Total general	61.623	615.3944	7.382	77.3006

Tabla 33. Potencial de ahorro día escenario 2

EQUIPO	SUSTITUCIÓN 2		ESCENARIO 2 (LED)	
	CONSUMO DE ENERGIA(kWh/día)	AHORRO EN POTENCIA (kW)	AHORRO EN POTENCIA (kW)	AHORRO EN ENERGÍA (kWh)
Fluorescente_Tubular_T8	30.71	296.63	0.00	0.00
Fluorescente_Tubular_T12	9.34	93.43	11.59	115.32
LFC	8.36	81.98	0.00	0.00
Haluro_Metalico	5.80	67.30	0.00	0.00
Vapor_Sodio_Alta	0.90	10.80	1.80	21.60
Mercurio	0.15	1.80	0.25	3.00
Incandescente_Halógena	0.03	0.22	0.08	0.62
Total general	55.291	552.1536	13.714	140.5

A partir de las anteriores opciones de sustitución se logra con el escenario 1 un ahorro potencial de 6.51 % y un ahorro potencial del 11.84% para el escenario 2.

En cuanto a buenas prácticas en los sistemas de iluminación consideramos lo siguiente:

- Usar más la luz natural. Abrir las cortinas y persianas para aprovechar al máximo la luz natural durante las labores diarias que así lo permitan, principalmente en las oficinas administrativas.
- Elaborar un plan de mantenimiento y limpieza para las lámparas y luminarias. La calidad del alumbrado disminuye si las lámparas y los accesorios no están limpios. Las capas de polvo sobre lámparas y reflectores disminuyen la salida de la luz, por lo que deben limpiarse por lo menos una vez al año.
- Las luminarias fluorescentes T12 pierden su luminosidad a medida que disminuye su vida útil. Se deben reemplazar de conformidad con las especificaciones técnicas que proporciona el fabricante. Las fluorescentes modernas, como las T8 y T5, mantienen una mejor luminosidad durante su vida útil. Es decir tienen menor depreciación lumínica.
- Utilizar colores claros en paredes, cielorraso y pisos. Los colores claros reflejan más luz en los espacios interiores. Con una selección apropiada de ellos para paredes, cielorrasos y pisos, se pueden disminuir considerablemente las necesidades de iluminación.
- Apagar las luces que no se estén utilizando. Cuando se tienen áreas con horarios fijos bien establecidos se debe reducir al máximo las horas de uso de la iluminación artificial.
- Usar luces de tarea. Para ciertos trabajos se puede reducir la luz de fondo y trabajar con una que enfoque en el punto específico de trabajo, por ejemplo, en los escritorios de oficinas o en mesas de lectura.
- Reemplazar las luces incandescentes por fluorescentes compactas. La lámpara fluorescente resulta la más económica a mediano y largo plazo; casi todas las luces

pueden ser sustituidas sin ningún cambio notable en las instalaciones existentes. Las lámparas fluorescentes compactas estándar no son atenuables, por lo que no pueden utilizarse con dimmers o interruptores con luz piloto, aunque actualmente ya es factible adquirir modelos diseñados específicamente para ser usados con éstos.

- Las luminarias deben quedar a nivel del techo ya que si quedan encerradas o más profundas del nivel del techo se obstaculiza el cono de luz, lo cual disminuye los niveles de iluminación y la uniformidad en el plano de trabajo.
- A partir de información de los diagnósticos de recorrido y de las mediciones a los circuitos eléctricos, se evidencia el uso de fuentes de iluminación natural en salones y oficinas en las horas del día, en las cuales, la iluminación natural permite suplir los niveles mínimos de iluminación, se recomienda controlar por parte de los funcionarios, docentes y estudiantes, el buen manejo de la iluminación artificial, dado esto se estima por este concepto un ahorro del 3,8% sobre el consumo total de energía lo cual equivale a 53,8 kWh/día.

4.6.2 EQUIPOS OFIMÁTICOS

En el tema de manejo de equipos ofimáticos, la medida de ahorro que más impacta en la disminución del consumo de energía en los computadores es apagar o poner en estado de hibernar los computadores en las horas del almuerzo y a la salida del funcionario o estudiante, implementando esta medida o buena práctica operativa, se estima un ahorro potencial de 11,91% en el consumo de energía en computadores, pasando de 273,34 kWh/día a 240.76 kWh/día por el uso de equipos ofimáticos.

Tabla 34. Potencia instalada y energía consumida de equipos ofimáticos

EQUIPO	POTENCIA TOTAL (kW)	CONSUMO DE ENERGIA(kWh/día)	CANTIDAD
PC monitor LCD	18.55	186.97	263
PC monitor CRT	2.93	30.66	32
Cuarto Climático	2.20	17.60	1
Cámaras de seguridad	0.50	12.00	20
Fotocopiadora	1.86	7.53	6
Rack de Comunicaciones	0.25	6.00	1
UPS	0.20	4.80	1
Portátil	0.24	2.88	6
Modem	0.07	1.68	1
Video Beam	1.40	1.35	11
Impresora de tinta	3.14	0.73	28
Impresora multifuncional Tl	1.11	0.46	10
Impresora Laser	0.30	0.38	2
Escanner	0.60	0.30	2
Total general	33.35	273.34	384

Además se propone sustituir los actuales monitores CRT por tipo LED, y gradualmente los de tipo LCD por tipo LED ya que el consumo es mucho menor.

Figura 26. Potencial de ahorro por sustitución de monitores CRT y LCD por LED

EQUIPO	TADO ACTU	SUSTITUCIÓN CRT+LCD		ESCENARIO 1 (CRT+LCD)	
	CANTIDAD	POTENCIA TOTAL (kW)	CONSUMO DE ENERGIA(kWh/día)	AHORRO EN POTENCIA (kW)	AHORRO EN ENERGÍA (kWh)
PC monitor LCD	263	8.11	82.05	10.44	104.92
PC monitor CRT	32	2.20	17.60	0.73	13.06
Cuarto Climático	1	2.2	17.6	0.00	0.00
Cámaras de seguridad	20	0.5	12	0.00	0.00
Fotocopiadora	6	1.86	7.53	0.00	0.00
Rack de Comunicaciones	1	0.25	6.00	0.00	0.00
UPS	1	0.20	4.80	0.00	0.00
Portátil	6	0.24	2.88	0.00	0.00
Modem	1	0.07	1.68	0.00	0.00
Video Beam	11	1.40	1.35	0.00	0.00
Impresora de tinta	28	3.14	0.73	0.00	0.00
Impresora multifuncional Tinta	10	1.11	0.46	0.00	0.00
Impresora Laser	2	0.30	0.38	0.00	0.00
Escanner	2	0.60	0.30	0.00	0.00
Total general	384	22.178	155.356	11.17	117.98

Existen otras medidas de ahorro mediante buenas prácticas operativas las cuales son fáciles de implementar en los puestos de trabajo:

- Configurar los modos de ahorro de energía de los equipos en stand-by o hibernar para evitar consumos innecesarios fuera del horario laboral de la oficina.
- Al acabar la jornada laboral, muchos ordenadores, monitores e impresoras siguen consumiendo energía aunque nadie los use al permanecer en posición stand-by (con el piloto luminoso encendido), e incluso aunque estén apagados del todo, por el simple hecho de permanecer conectados a la red. Algunos dispositivos ópticos, como teclados o ratones, siguen también encendidos aunque se haya apagado el ordenador. Por eso es importante desconectar todos los equipos por completo de la red.
- Para evitar estos “consumos fantasma” tan habituales en una oficina y asegurarse de que no se producen consumos de energía innecesarios en modo espera durante las ausencias nocturnas, festivos y fines de semana, se recomienda conectar todos los equipos de una zona de trabajo en una base de enchufes múltiple, o multitomas, con interruptor, de manera que al acabar la jornada laboral se puedan apagar todos a la vez de la toma de corriente pulsando el interruptor de la regleta.
- Al ajustar el brillo de la pantalla a un nivel medio se ahorra entre un 15-20% de energía. Con el brillo a un nivel bajo, fijado así en muchos portátiles por defecto cuando funcionan con la batería, el ahorro llega hasta el 40%.

- Elegir imágenes con colores oscuros para el fondo de pantalla del escritorio. En promedio, una página blanca requiere 74 W para desplegarse, mientras que una oscura necesita sólo 59 W (un 25% de energía menos).
- El salvapantallas que menos energía consume es el de color negro, ahorra una media de 7,5 Wh frente a cualquier salvapantallas animado. Es recomendable configurarlo para que se active tras 10 minutos de inactividad.
- Al imprimir o fotocopiar documentos, es conveniente acumular los trabajos de impresión (ya que durante el encendido y apagado de estos equipos es cuando más energía se consume), y realizar los trabajos de impresión a doble cara y en calidad de borrador. Además de papel, se ahorra también energía, agua y tóner/tinta. Los empleados deberán asegurarse que los equipos permanecen correctamente apagados al finalizar la jornada laboral.

4.7 GESTIÓN DE INDICADORES

En la mayoría de las instalaciones o edificaciones públicas no hay una administración que tome en consideración los temas de Eficiencia Energética; esto significa que el consumo de energía para satisfacer las distintas necesidades de las instituciones (según su funcionalidad) es desconocida, es decir, no hay políticas, recursos e incentivos para hacerla eficiente. Por esta razón, es posible que se esté incurriendo en mayores costos económicos y/o insatisfacción de los funcionarios con las condiciones medioambientales de trabajo.

En la gestión de la eficiencia energética se requiere medir y evaluar continuamente el comportamiento de las variables de control y en general de las acciones en relación con estrategias y objetivos para alcanzar una meta o potencial ahorro en el consumo de energía, por lo tanto los indicadores son relaciones y cantidades que pueden ser definidos en diversos ámbitos con los siguientes objetivos:

- Hacer un seguimiento de los cambios y tendencias temporales de la eficiencia energética,
- Establecer comparaciones con otras edificaciones del sector oficial y privado a nivel nacional o internacional,
- Facilitar la toma de decisiones en materia de programas energéticos, y para valorar el desempeño de nuevas tecnologías.
- Realizar un seguimiento al nivel de impacto ambiental derivado del consumo energético.
- Total del consumo de energéticos consumidos en el país y generación de energía eléctrica, este indicador muestra los históricos de consumos de energía y su comportamiento.

Con el fin de implementar y hacer seguimiento de indicadores energéticos en la sede de Medio Ambiente y recursos naturales de la Universidad Distrital es necesario implementar las bases de un programa de gestión integral de la energía, el cual debe iniciar con la selección de un grupo gestor. Este grupo debe ir conformado mínimo con un representante del grupo de mantenimiento, un profesional o tecnólogo del grupo operativo y un delegado de la administración. Las funciones de este grupo gestor entre otras es implementar, monitorear y hacer seguimiento a los indicadores energéticos, hacer seguimiento a las recomendaciones dadas en esta evaluación, difundir y capacitar a los funcionarios, docentes y estudiantes en el tema de buenas prácticas operativas, promover la toma de conciencia de las acciones y de los objetivos para asegurar una cultura de eficiencia u optimización del consumo de la energía a todo nivel mediante campañas de comunicación externa e interna y motivar al personal.

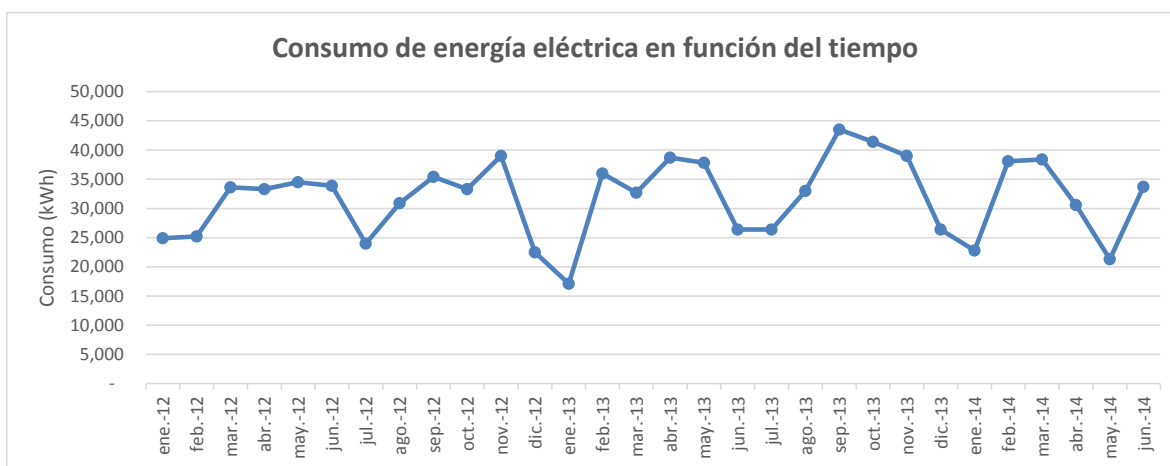
Algunos de los indicadores a implementar en la sede, son:

4.7.1.1 Consumo de energía eléctrica

Este indicador o tipo de indicadores, se determina a partir de la información de consumos totales de energía eléctrica. Este indicador esta dado en unidades de kWh. Inicialmente se implementara mensualmente y a medida que se incluya el tema de gestión de energía y se acople el personal con la metodología de toma y seguimiento de información, a futuro llevarlo a valor diario.

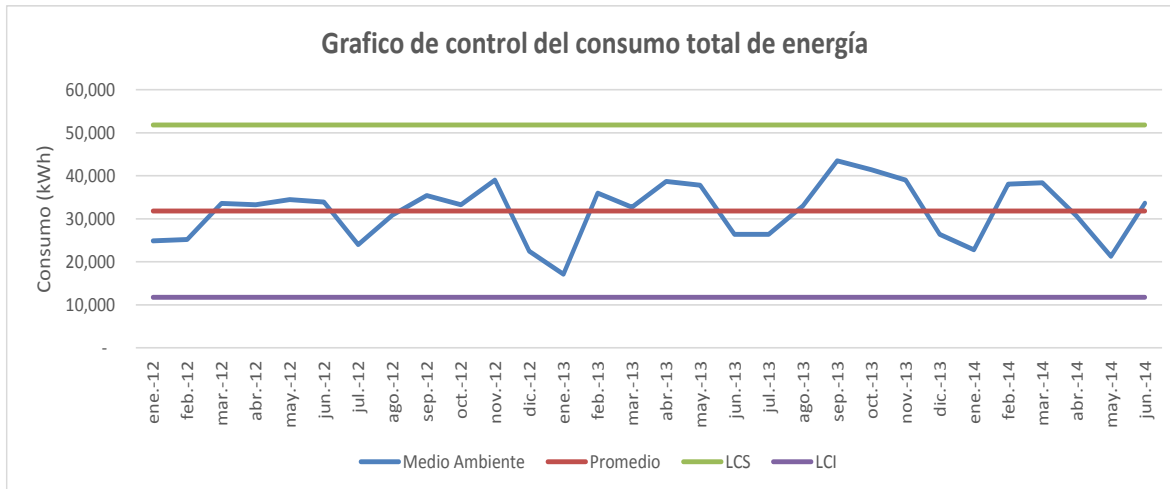
La figura siguiente muestra el consumo de energía eléctrica de enero de 2012 a junio de 2014, el comportamiento es cíclico y se presentan los menores consumos en los meses de receso educativo, mitad y final de año.

Figura 27. Consumo de energía eléctrica



La figura siguiente muestra el grafico de control del consumo de energía eléctrica, esta figura muestra, los limites en los cuales se considera normal los consumos de energía, no obstante que al acercarse o sobrepasar los límites superiores conlleva a ineficiencias energéticas u operaciones anormales.

Figura 28. Gráfico de control del consumo de energía eléctrica



Este gráfico de control se usa como instrumento de autocontrol y resultan muy útiles como complemento a los diagramas causa y efecto, para detectar en cuales fases del proceso analizado se producen las alteraciones. La importancia de este tipo de gráficos de control es:

- Conocer si las variables evaluadas están bajo control o no.
- Conocer los límites en que se puede considerar la variable bajo control.
- Identificar los comportamientos que requieren explicación e identificar las causas no aleatorias que influyen en el comportamiento de los consumos.
- Conocer la influencia de las acciones correctivas sobre los consumos o costos energéticos.

4.7.1.2 Indicadores específicos de consumo

La tabla siguiente muestra los indicadores específicos de consumo a implementar en la sede de medio ambiente y recursos naturales, estos indicadores se basan en experiencias internacionales implementados en este tipo de edificaciones en países como Chile, México y España. Los indicadores específicos propuestos son: Relación de consumo de energía por unidad de superficie construida, relación de consumo de energía por personal (funcionario, docente y estudiante), relación de consumo de energía por superficie y uso final de iluminación y la potencia instalada por iluminación de superficie construida: kW/m². Para el caso de la construcción del indicador específico por personal no se considera el número de estudiantes ya que es el total y no se puede comparar en el caso de vacaciones ya que el indicador sería muy elevado, no obstante se recomienda

hacer seguimiento al número de visitantes o asistentes a la sede de la Universidad Distrital y validar el número total mensual, a fin de ajustar este indicador y poder hacer seguimiento.

A continuación se describen cada uno de los indicadores propuestos:

- Consumo de energía eléctrica: Dado en kWh, como primer acercamiento al seguimiento de esta variable se inicia con el registro que reporta en la factura la empresa comercializadora de energía, pero seguimiento al consumo es más efectivo si se hiciera semanalmente o diariamente, ya que se puede identificar acciones que incrementen el consumo de energía y se puede actuar de forma rápida y no se espera hasta que llegue la factura de energía el mes siguiente. La idea es que semana a semana el mismo día y a la misma hora o día a día a la misma hora se registre el consumo de energía mostrado en el contador de la empresa el cual se halla al inicio de la acometida principal.
- Consumo específico por personal: Esta dado en kWh/personal, este indicador se construye a partir de la información del consumo de energía y el personal que labora en la sede de la universidad, inicialmente se propone un indicador mensual, lo ideal es que dependiendo como se tome el valor del consumo de energía se registre este indicador, si el seguimiento se hace semanal, se debe reportar el número de empleados de la semana, para ajustar este indicador lo ideal sería registrar día a día el ingreso de visitantes, estudiantes y empleada a la sede de la universidad Distrital, y se relaciona con el consumo diario de energía eléctrica.
- Consumo específico por área: este es un indicador constante por el área de la edificación, la única variable es el consumo de energía, se utiliza para hacer un seguimiento estático del consumo, está dado en kWh de establecimiento/área , donde se considera el área de la edificación.
- Consumo específico por iluminación: se evalúa a partir del consumo de energía por iluminación y el área de la edificación esta dado en kWh por iluminación/área.

Tabla 35. Indicadores específicos de consumo sede El Vivero

Mes	Consumo de energía (kWh)	Consumo específico (kWh/personal)	Consumo específico por área (kWh/m ²)	Consumo por iluminación (kWh/m ²)
jul-13	26,400	293.33	3.64	1.73
ago-13	33,000	323.53	4.55	2.17
sep-13	43,500	426.47	5.99	2.86
oct-13	41,400	405.88	5.70	2.72
nov-13	39,000	382.35	5.37	2.56
dic-13	26,400	293.33	3.64	1.73
ene-14	22,800	253.33	3.14	1.50
feb-14	38,100	373.53	5.25	2.50
mar-14	38,400	376.47	5.29	2.52
abr-14	30,600	300.00	4.22	2.01
may-14	21,300	208.82	2.93	1.40
jun-14	33,683	330.23	4.64	2.21
Potencia instalada en iluminación			9.51	W/m ²

Otras recomendaciones para llevar a cabo una exitosa gestión son:

- La periodicidad con que se llevará a cabo el seguimiento. El responsable del plan de mejora de la gestión energética de la sede tendrá que realizar un control periódico de los consumos energéticos de la sede.
- Los indicadores de seguimiento que se utilizarán para determinar el grado de implantación de las medidas hacia el objetivo en la evaluación de los resultados.
- Las principales herramientas de seguimiento con los que cuenta la organización serán, por un lado, el propio inventario de consumos de la oficina, y por otro el conjunto de indicadores (previamente definidos) generales y específicos para cada una de las medidas propuestas.

4.8 ESTRATEGIAS DE MEJORA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA

A partir de la caracterización energética realizada a las instalaciones de la sede El Vivero, detallada en las secciones anteriores se pueden identificar las oportunidades de disminución del consumo de energía que se presentan.

Las propuestas que se detallarán a continuación se fundamentan en las mediciones realizadas y en la información recopilada en campo así como en el análisis desarrollado durante la visita de mediciones y las semanas posteriores.

Las opciones para ahorrar energía y mejorar la eficiencia de la institución son de tres tipos:

- A. Opciones con baja inversión y tiempos de recuperación menores a dos años. Se recomienda iniciar el plan o programa de eficiencia energética con estas opciones y generar la cultura de eficiencia energética en la institución, y así seguir con las opciones de tipo B y posteriormente C.
- B. Opciones con inversiones moderadas y tiempos de recuperación entre dos y tres años.
- C. Opciones con alta inversión y tiempos de recuperación superiores a tres años.

Se recomienda que estas opciones se implementen de manera progresiva siguiendo la secuencia propuesta para ganar en conciencia y conocimiento por parte de los funcionarios, docentes y estudiantes.

4.8.1 Opciones tipo A

- Establecimiento de indicadores sobre el consumo específico de energía por visitante y/o funcionario, y diseño e implementación de un plan de manejo de la energía con monitoreo mensual y diario a mediano plazo, de los indicadores de consumo los cuales según experiencias en otras entidades públicas, podrían ahorrar hasta el 4 % de la energía consumida en la institución con la participación de todo el personal.
- Se recomienda hacer seguimiento de los consumos de energía y de producción diariamente, con el fin de hacer el seguimiento y toma de medidas correctivas, ya que existe gran variabilidad del índice de consumo de energía eléctrica.
- Establecer un plan de mantenimiento preventivo, el cual incluya el monitoreo de consumos de voltaje y corriente de los equipos eléctricos, limpieza y lubricación de motores, bombas, contactores y tableros, luminarias y lámparas y demás piezas mecánicas.
- Establecer un programa de capacitación, divulgación y seguimiento en buenas prácticas operativas en equipos de iluminación y oficina.

- En iluminación, dado que esta representa el 47.7% del consumo total, para efectos de calidad de iluminación, se recomienda elaborar un plan de mantenimiento y limpieza para lámparas y luminarias ya que la suciedad disminuya la calidad del alumbrado.
- Identificar las áreas que presentan bajos niveles de iluminación y sustituir lámparas y/o luminarias defectuosas, que garanticen los mínimos niveles en estos recintos o espacios.
- Se recomienda hacer seguimiento a las opciones de buenas prácticas operacionales y sustituciones de T12 por T8 mencionadas en la sección 4.6.1.

4.8.2 Opciones tipo B

- Involucrar a las directivas, técnicos y funcionarios en la implementación del plan de gestión integral de la energía, conformando un comité de gestión de la energía, para lo cual deben recibir capacitación especializada.
- Mejorar el sistema de medición y monitoreo de los consumos de electricidad, automatizando la generación de indicadores y midiendo la eficiencia de los principales equipos. Esto especialmente en el sistema de aire acondicionado.
- Sustituir las pocas luminarias fluorescentes tubulares T12 por Luminarias más eficientes tales como las de tipo LED.
- Instalar un sistema inteligente de control de alumbrado. Para lograr un máximo aprovechamiento de la luz artificial, se pueden utilizar controles inteligentes que optimicen su uso, entre los cuales se encuentran los sensores de presencia o de luz natural, los atenuadores (dimmers), los temporizadores o la combinación de los anteriores.

4.8.3 Opciones tipo C

- Se recomienda instalar películas reflectivas de la radiación solar. La tecnología desarrollada recientemente permite a partir de la instalación de películas en la parte interna del vidrio reducir la ganancia de calor. minimizar la radiación solar directa, al mismo tiempo que mejorar el aislamiento térmico y evitar el paso rápido de calor durante el día. Es un aislante que retarda el equilibrio térmico entre el interior y el exterior. La película se instala sobre los vidrios que tenga la edificación, lo que mejora el rendimiento del trabajo y economiza materiales. Mejora el confort de los ocupantes reduciendo el calor y el deslumbramiento. Ayudan a contener los fragmentos de vidrio en caso de rotura. Esta películas reducen el calor generado por la energía solar hasta en un 85%, elevando la eficiencia de lo aires acondicionados y disminuyendo el costo en energía. Bloquea 99% de los dañinos rayos UV, el periodo de retorno se puede estimar entre 1 a 4 años.

4.8.3.1 Implementación de energías renovables en la sede de medio ambiente y recursos naturales

La radiación solar disponible en un punto determinado depende del día del año, de la hora y de la latitud. Además, la cantidad de energía solar que puede utilizarse depende de la orientación del dispositivo receptor. Los sistemas fotovoltaicos son una tecnología que genera corriente DC a partir de semiconductores los cuales convierten los fotones en electricidad mediante el efecto fotovoltaico.

La situación actual de suministro (caso base) consiste en un usuario conectado a la red, se considera la instalación de un Sistema Fotovoltaico (SFV) de capacidad de 5 kWp, el sistema alimentara la carga de iluminación LED y demás sistemas de entretenimiento, lo único que no alimentaria son cargas que generen calor y que posean resistencias de gran potencia > 1kW (estufa eléctrica, marmita eléctrica, etc), este sistema generara energía de manera aislada pero interconectado al sistema actual de suministro de red para garantizar que el sistema y la carga queden respaldados con la red. Además se puede considerar sistemas bidireccionales en concordancia con la ley 1715 de 2014.

El SFV tiene entonces los siguientes elementos:

- Generador FV
- Regulador de carga
- Inversor para suministro AC
- La red se considerará como respaldo de carga para los SFV.

Se estima que este sistema estará en la capacidad de producir 19 kWh/día, considerando una radiación solar global promedio de 4.3 kWh/m².

La matriz siguiente resume las opciones para la disminución del consumo de energía, muestra los potenciales de ahorro, las inversiones, y las emisiones de CO₂ evitadas.

Tabla 36. Matriz resumen de opciones de eficiencia energética sede El Vivero

Opciones Tipo A

Uso Final	Medida	Porcentaje de ahorro	Ahorro (kWh/día)
Iluminación	Buenas practicas operacionales	3,80%	45,09
	Sustitución escenario 1	6,51%	77,30
Equipos ofimáticos	Buenas practicas operacionales	11,91%	141,33
Administrativo	Gestión de indicadores	4%	47,46
	Planes de mantenimiento	3%	35,60
TOTAL POTENCIAL DE AHORRO		29,2%	346,78
EMISIONES EVITADAS (ton/CO2/año)			28,16

Inversión	Ahorro económico día	Observaciones	Costo anualizado de la inversión	Costo del kWh/evitado
\$ 500.000	\$ 3.674.930	Kit de aseo para lámparas	(\$ 150.960,40)	(13,39)
\$ 13.560.000	\$ 6.299.999	Información de mercado, luminaria T8 especular, sin difusor	(\$ 4.094.046,11)	(211,85)
\$ -	\$ 46.072		\$ 0,00	
\$ 2.000.000	\$ 3.868.347	Capacitación en gestión de energía	(\$ 603.841,61)	(50,89)
\$ 2.000.000	\$ 2.901.260	Pinza amperimétrica digital con multímetro, luxómetro, termómetro infrarrojo digital	(\$ 603.841,61)	(67,85)
\$ 18.060.000	\$ 16.790.609			
ROI TOTAL		51,81%		

Opciones Tipo B

Uso Final	Medida	Porcentaje de ahorro	Ahorro (kWh/día)
Iluminación	Sustitución escenario 2	11,84%	140,54
Equipos ofimáticos	Sustitución por monitores LED	9,94%	117,98
Administrativo	Sistema de gestión de la energía	7%	83,06
	Control y monitoreo	12%	142,39
TOTAL POTENCIAL DE AHORRO		40,8%	483,98
EMISIONES EVITADAS (ton/CO2/año)			39,31

Inversión	Ahorro económico día	Observaciones	Costo anualizado de la inversión	Costo del kWh/evitado
\$ 37.510.000	\$ 16.723.021	Sustitución por LED	(\$ 5.590.096,12)	(159,10)
\$ 10.000.000	\$ 14.038.440	Sustitución por tecnología LED	(\$ 1.490.294,89)	(50,53)
\$ 20.000.000	\$ 9.883.627	Certificación ISO 50001	(\$ 2.980.589,77)	(143,53)
\$ 5.000.000	\$ 16.943.361	Sensores y control de visitantes	(\$ 745.147,44)	(20,93)
\$ 72.510.000	\$ 57.588.450			
ROI TOTAL		9,39%		

5. DIAGNOSTICO ENERGÉTICO DE LA SEDE TECNOLÓGICA

5.1 ASPECTOS GENÉRICOS DE LA EDIFICACIÓN

5.1.1 - Identificación y Ubicación de la Edificación

Se encuentra ubicada en la ciudad de Bogotá, Departamento de Cundinamarca, en la Transversal 70 B N. 73 a 35 sur Candelaria La Nueva.

Figura 29. Ubicación de la edificación de la sede tecnológica



Fuente: 2014. Google Earth

Figura 30. Arquitectura sede tecnológica



Fuente: 2014. Universidad Distrital

5.1.2 Áreas Constructivas

La edificación principal de esta sede tiene 5 pisos, esta sede está conformado por diez edificaciones principales, las cuales suman un área total construida de 11.236 m².

Figura 31. Edificación de la sede Tecnológica



La tabla siguiente muestra el área por edificio de la sede tecnológica, nótese el gran porcentaje de las áreas está destinada a aulas de clase, seguido por la parte administrativa.

Tabla 37. Áreas por edificios de la sede tecnología

ID EDIFICIO	EDIFICIO	ID PLANTA	PLANTA	ÁREA CONSTRUIDA (M ²)	ÁREA ESTRUCTURA (M ²)	ÁREA ÚTIL (M ²)
COLISEO		FTTE0101	01	770,61	23,18	747,43
		FTTE0102	02	770,61	691,15	79,46
				1.541,22	714,33	826,89
BLOQUE 2,3 Y 4		FTTE02S1	S1	46,81	5,33	41,48
		FTTE0201	01	1.326,55	143,57	1.182,98
		FTTE0202	02	1.348,95	214,22	1.134,73
		FTTE0203	03	1.348,95	257,21	1.091,74
		FTTE0204	04	1.351,09	744,29	606,80
		FTTE0205	05	1.351,09	739,51	611,58
			6.773,44	2.104,13	4.669,31	
BLOQUE 5		FTTE0301	01	529,31	45,11	484,20
		FTTE03ME	ME	529,31	386,84	142,47
		FTTE0302	02	529,31	57,61	471,70
		FTTE0303	03	529,31	66,75	462,56
				2.117,24	556,31	1.560,93
BLOQUE 6		FTTE0401	01	175,95	15,97	159,98
		FTTE0402	02	180,29	20,19	160,10
				356,24	36,16	320,08
BLOQUE 7 - 8		FTTE0501	01	271,04	47,20	223,84
		FTTE0502	02	270,18	15,34	254,84
				541,22	62,54	478,68
BLOQUE 9		FTTE0601	01	424,42	32,39	392,03
		FTTE0602	02	382,78	23,64	359,14
				807,20	56,03	751,17
BLOQUE 10			70,70	5,59	65,11	
BLOQUE 11 - 12		FTTE0801	01	907,64	155,24	752,40
		FTTE0802	02	889,44	101,32	788,12
				1.797,08	256,56	1.540,52
CAFETERÍA - BLOQUE 13		FTTE0901	01	790,27	61,39	728,88
		FTTE0902	02	790,27	171,98	618,29
		FTTE0903	03	790,27	115,77	674,50
				2.370,81	349,14	2.021,67
AUDITORIO		FTTE10SS	SS	58,39	7,92	50,47
		FTTE1001	01	307,87	5,98	301,89
		FTTE10ME	ME	307,87	159,53	148,34
				674,13	173,43	500,70

Fuente: 2014. UDistrital

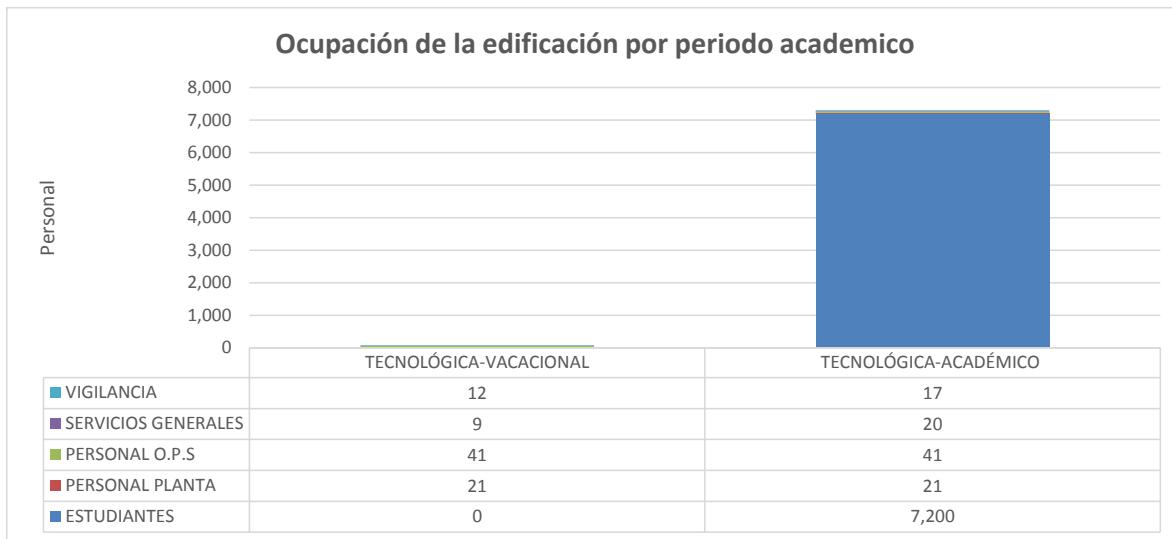
5.1.2.1 Años aproximados de construcción

La edificación de la sede tecnológica de la universidad distrital en el año 1998.

5.1.3 - Datos sobre ocupación

La sede de la universidad opera de lunes a sábado, en las épocas de actividad académica alberga en promedio 7.200 estudiantes mas el personal administrativo y docente los cuales alcanzan 99 personas, en época de vacaciones solo se encuentran en la sede 83 funcionarios, la figura siguiente muestra esta ocupación.

Figura 32. Ocupación de la sede de tecnológica

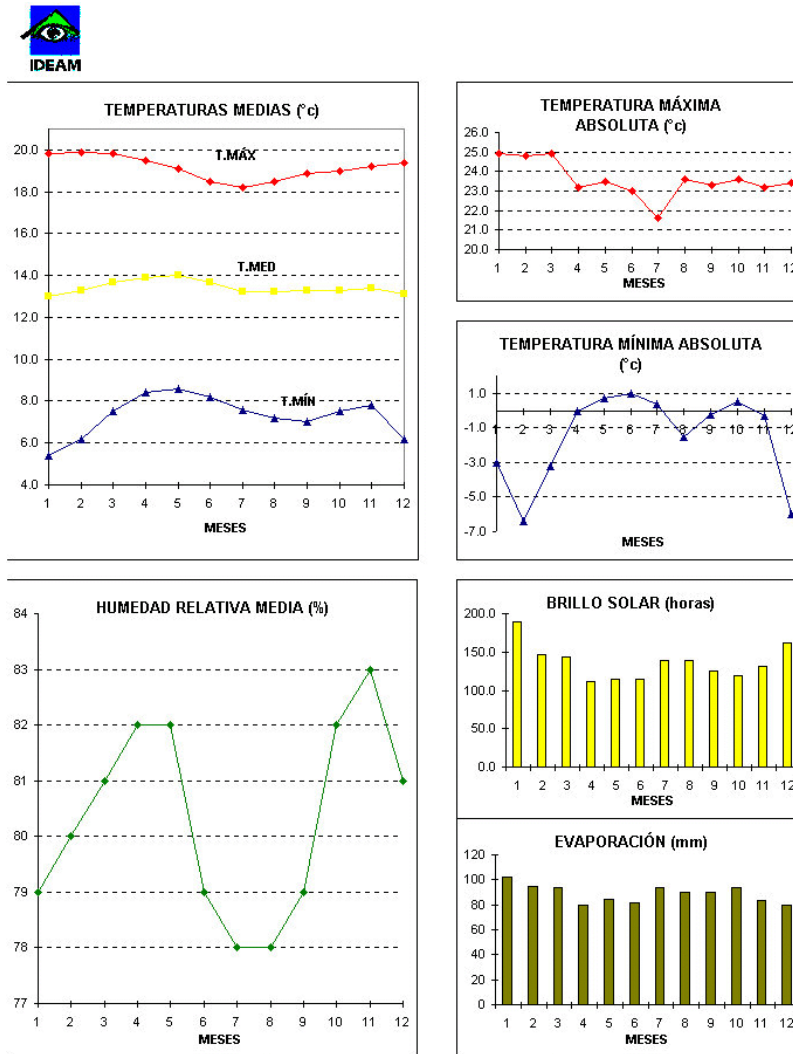


5.1.4 - Reseña sobre la ubicación y el entorno

- Zona climática: Fría
- Temperatura: 12.6°C
- Altura sobre el nivel del mar: 2.625 metros
- Humedad relativa media anual: 78 y 82%
- Presión atmosférica 1012 milibares
- Precipitación medio anual 90 cm.

La figura siguiente muestra gráficamente el comportamiento promedio de las variables climatológicas en la ciudad de Bogotá, datos tomados por el IDEAM en la estación del aeropuerto El Dorado.

Figura 33. Variables climatológicas ciudad de Bogotá



Fuente: IDEAM – 2014

5.1.5 - Contactos y datos de las personas responsables

CLAUDIA JHOVANNA MARTÍNEZ
Tecnóloga de Gestión Ambiental y S.P
Plan Institucional de Gestión Ambiental – PIGA

Acompañante al recorrido: Daniel Kingler

5.2 CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS

5.2.1 Materiales constructivos

<ul style="list-style-type: none">• Tipo de muros: Muros de culata en Bloque en concreto, ladrillo a la vista, paneles divisorios, muro mixto y muro pañetado y estucado. (Bloque 6)	
<ul style="list-style-type: none">• Techos: Techos en concreto a la vista, pañetados y estucados, recubiertos en dry Wall y fibra mineral. (Gimnasio)	
<ul style="list-style-type: none">• Superficies acristaladas: Ventaneria en cristal estándar, vidrio esmerilado, laminado y lamina polimerica. (Bloque 9)	
<ul style="list-style-type: none">• Pisos: Terminado enchapados en baldosín o cerámica, granito pulido, alfombra y concreto a la vista (Bloque 9)	

5.3 SUMINISTRO Y CONSUMO DE ENERGÍA

5.3.1 Energéticos utilizados

La sede tecnológica consume Electricidad únicamente, no utiliza ni GLP, ni gas natural para procesos térmicos.

5.3.2 Suministro de energía

El suministro de energía de la sede tecnológica es a partir de la red propiedad de CODENSA, el cual alimenta a 220 Vac. La figura siguiente muestra el tablero de la subestación de la sede.

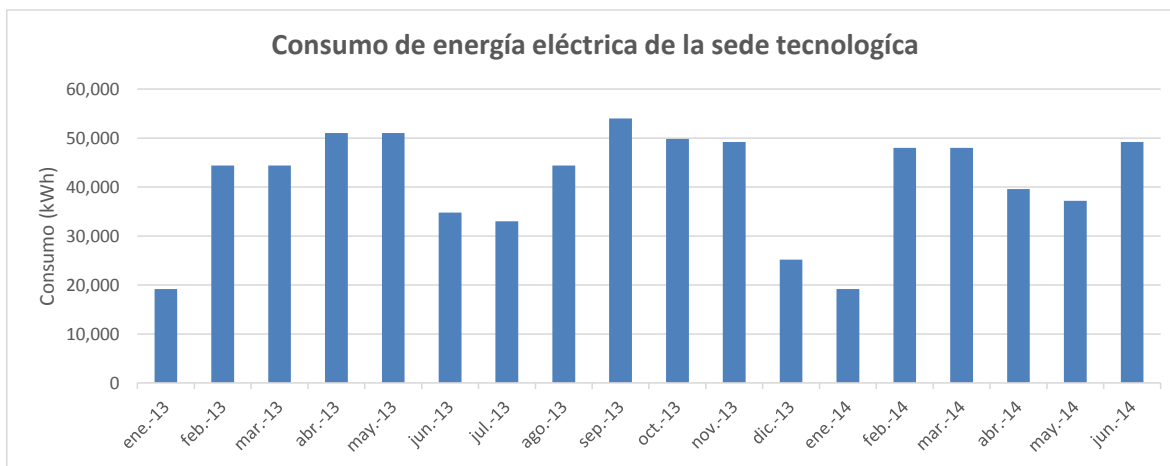
Figura 34. Tablero Subestación de la sede tecnológica



5.3.3 Consumo de energía

La figura siguiente muestra el consumo de Energía de 2013 y 2014, la energía es comprada a CODENSA ESP, con tarifa del sector oficial, se puede observar que los meses de enero, junio, julio y diciembre son los de menor consumo lo cual es debido a las temporadas de vacaciones, y el mes de mas alto consumo fue septiembre de 2013. El consumo promedio de energía eléctrica es de 40.160 kWh/mes.

Figura 35. Consumo de energía eléctrica 2013 - 2014



5.4 CARACTERIZACIÓN ENERGÉTICA DE LA EDIFICACIÓN

5.4.1 Equipos

Las tablas siguientes muestran el inventario de equipos eléctricos encontrados en las instalaciones de la sede tecnológica.

Tabla 38. Resumen del consumo de electricidad y potencia instalada por uso final en la sede Tecnológica

USO FINAL DE ENERGÍA	Consumo de Electricidad (kWh)	POTENCIA TOTAL (kW)
Iluminación	903.5	92.3
Equipos_Ofimaticos	315.0	45.1
Fuerza_Motriz	223.7	87.2
Calor_Directo	68.2	29.5
Otros	22.7	20.4
Refrigeracion	19.2	1.8
Equipos_Entretenimiento	5.6	1.8
Calor_Indirecto	0.2	0.1
Total general	1,558.0	278.0

Tabla 39. Inventario de equipos generadores de calor directo

USO FINAL DE ENERGÍA	EQUIPO	ÁREA O PROCESO	POTENCIA (HP)	POTENCIA (W)	CANTIDAD	POTENCIA TOTAL (kW)	TIEMPO DE OPERACIÓN (horas/día)	CONSUMO (kWh/día)
Calor_Directo	Hornos	Piso1Bloque 5 Lab Suelos Pavimentos y Concretos		800	1	0.80	12	9.6
Calor_Directo	Mufla	Piso1Bloque 5 Lab Suelos Pavimentos y Concretos		1800	1	1.80	2	3.6
Calor_Directo	Horno	Piso1Bloque 5 Lab Suelos Pavimentos y Concretos		600	1	0.60	1	0.6
Calor_Directo	Horno	Piso1Bloque 5 Lab Suelos Pavimentos y Concretos		1200	1	1.20	16	19.2
Calor_Directo	Baño Termorregulador	Piso1Bloque 5 Lab Suelos Pavimentos y Concretos		800	1	0.80	3	2.4
Calor_Directo	Autoclave	Piso1Bloque 5 Lab Suelos Pavimentos y Concretos		1800	1	1.80	5	9
Calor_Directo	Fotocopiadoras	Piso 1 Bloque 5 Miscelánea		300	3	0.90	4	3.6
Calor_Directo	Calderas	Piso 2 Bloque 5 Salón 205 lab Física Mecánica		200	8	1.60	0.04	0.064
Calor_Directo	Horno	Piso 2 Bloque 5 Lab Química Básica		1200	1	1.20	0.05	0.06
Calor_Directo	Incubadora	Piso 2 Bloque 5 Lab Química Básica		400	1	0.40	0.05	0.02
Calor_Directo	Mufla	Piso 2 Bloque 5 Lab Química Básica		1800	1	1.80	0.05	0.09
Calor_Directo	Microondas	Piso 1 Bloque 11 Y 12 Lab Control Eléctrico		1200	1	1.20	0.1	0.12
Calor_Directo	Equipos de Soldadura	Piso 1 Bloque 11 Y 12 Lab Bombas taller Soldaduras		1200	5	6.00	0.5	3
Calor_Directo	Soldadora de punto	Piso 1 Bloque 11 Y 12 Lab Bombas taller Soldaduras		1500	1	1.50	3	4.5
Calor_Directo	Mufla	Piso 1 Bloque 11 Y 12 taller Máquinas y Herramientas		2200	1	2.20	2	4.4
Calor_Directo	Mufla	Piso 1 Bloque 11 Y 12 taller Máquinas y Herramientas		2600	1	2.60	2	5.2
Calor_Directo	Microondas	Piso 1 Bloque 11 Y 12 taller Máquinas y Herramientas		1200	1	1.20	0.5	0.6
Calor_Directo	Microondas	Piso 3 Bloque 13 Sula profesores Oficinas		1100	1	1.10	0.5	0.55
Calor_Directo	Estufa eléctrica	Piso 3 Bloque 13 Sula profesores Aren Común		800	1	0.80	2	1.6

Tabla 40. Inventario de equipos generadores de calor indirecto

USO FINAL DE ENERGÍA	EQUIPO	ÁREA O PROCESO	POTENCIA (HP)	POTENCIA (W)	CANTIDAD	POTENCIA TOTAL (kW)	TIEMPO DE OPERACIÓN (horas/día)	CONSUMO (kWh/día)
Calor_Indirecto	Balnsar de Presión	Piso 2 Bloque 5 Lab Química Básica		20	4	0.08	2	0.16

Tabla 41. Inventario de equipos de entretenimiento

USO FINAL DE ENERGÍA	EQUIPO	ÁREA O PROCESO	POTENCIA (HP)	POTENCIA (W)	CANTIDAD	POTENCIA TOTAL (kW)	TIEMPO DE OPERACIÓN (horas/día)	CONSUMO (kWh/día)
Equipos_Entretenimiento	Televisor LCD	Piso 3 Bloque 4 Lab Tecnología (Areas Comunes)		100	1	0.10	5	0.5
Equipos_Entretenimiento	Televisor CRT	Piso 3 Bloque 4 Lab Tecnología (Sala)		70	1	0.07	2	0.14
Equipos_Entretenimiento	Televisor CRT	Piso 2 Bloque 5 Salón 205 lab Física Mecánica		70	1	0.07	1	0.07
Equipos_Entretenimiento	Televisor LCD	Piso 2 Bloque 7 y 8 Sala de Estudio		60	3	0.18	1	0.18
Equipos_Entretenimiento	Televisor CRT	Piso 1 Bloque 7 y 8 Biblioteca y Sala de Estudio		70	1	0.07	5	0.35
Equipos_Entretenimiento	Televisor LCD	Piso 1 Bloque 7 y 8 Biblioteca y Sala de Estudio		50	1	0.05	2	0.1
Equipos_Entretenimiento	Televisor CRT	Piso 1 Bloque Audio Visuales 9		90	3	0.27	3	0.81
Equipos_Entretenimiento	Sistema de Audio	Piso 1 Bloque Audio Visuales 9		200	1	0.20	1	0.2
Equipos_Entretenimiento	Televisor CRT	Piso 2 Bloque 9 Sufón 206		50	1	0.05	1	0.05
Equipos_Entretenimiento	Televisor CRT	Piso 2 Bloque 9 Sufón 205		50	1	0.05	1	0.05
Equipos_Entretenimiento	Televisor CRT	Piso 2 Bloque 9 Sufón 203		50	1	0.05	1	0.05
Equipos_Entretenimiento	Televisor CRT	Piso 2 Bloque 9 Sufón 202		50	1	0.05	1	0.05
Equipos_Entretenimiento	Televisor CRT	Piso 1 Bloque 10 Gimnasio		50	1	0.05	3	0.15
Equipos_Entretenimiento	Grabadora	Piso 1 Bloque 10 Gimnasio		20	1	0.02	8	0.16
Equipos_Entretenimiento	Televisor LCD	Piso 2 Bloque 11 Y 12 Sala de Auto aprendizaje		60	2	0.12	1	0.12
Equipos_Entretenimiento	Televisor LCD	Piso 1 Bloque 13 Cafetería		50	2	0.10	3	0.3
Equipos_Entretenimiento	Televisor LCD	Piso 2 Bloque 13 Sula informática		70	1	0.07	12	0.84
Equipos_Entretenimiento	Televisor LCD	Piso 2 Bloque 13 Sula informática		90	2	0.18	8	1.44

Tabla 43. Inventario de equipos de fuerza

USO FINAL DE ENERGÍA	EQUIPO	ÁREA O PROCESO	POTENCIA (HP)	POTENCIA (W)	CANTIDAD	POTENCIA TOTAL (kW)	TIEMPO DE OPERACIÓN (horas/día)	CONSUMO (kWh/día)
Fuerza_Motriz	Equipos Hidráulicos	Piso 2 Automatización y control (Hidráulica)	0.5		5	1.87	10	18.65
Fuerza_Motriz	Motores	Piso1Bloque 5 Lab Estructuras Hidráulicas	0.5		2	0.75	3	2.238
Fuerza_Motriz	Motores	Piso1Bloque 5 Lab Estructuras Hidráulicas	0.25		2	0.37	1	0.373
Fuerza_Motriz	Bomba de Vacío	Piso1Bloque 5 Lab Suelos Pavimentos y Concretos	1		1	0.75	1	0.746
Fuerza_Motriz	Presna	Piso1Bloque 5 Lab Suelos Pavimentos y Concretos	0.5		2	0.75	1	0.746
Fuerza_Motriz	Compresor	Piso1Bloque 5 Lab Suelos Pavimentos y Concretos	1		1	0.75	0.9	0.6714
Fuerza_Motriz	Presna	Piso1Bloque 5 Lab Suelos Pavimentos y Concretos	1		1	0.75	2	1.492
Fuerza_Motriz	Máquina de Tracción	Piso1Bloque 5 Lab Suelos Pavimentos y Concretos	0.75		1	0.56	2.5	1.3975
Fuerza_Motriz	Ventiladores	Piso 2 Bloque 5 Salón 205 lab Física Mecánica		60	4	0.24	0.04	0.0096
Fuerza_Motriz	Cámpuna Extractora	Piso 2 Bloque 5 Lab Química Básica		70	1	0.07	2	0.14
Fuerza_Motriz	Ventiladores	Piso 2 Bloque 5 Lab Química Básica		70	4	0.28	2	0.56
Fuerza_Motriz	Centrifuga	Piso 2 Bloque 5 Lab Química Básica		100	2	0.20	0.05	0.01
Fuerza_Motriz	Ventiladores	Piso 2 Bloque 5 Lab 202		70	2	0.14	8	1.12
Fuerza_Motriz	Extractor	Piso 2 Bloque 5 Areas Comunes		80	1	0.08	12	0.96
Fuerza_Motriz	Máquina Mezcladora de Cemento	Piso 1 Bloque 5 Lab Muestras Concreto		700	1	0.70	1	0.7
Fuerza_Motriz	Cortadora	Piso 1 Bloque 5 Lab Muestras Concreto		500	1	0.50	1.5	0.75
Fuerza_Motriz	Esmeril	Piso 1 Bloque 5 Depósito		500	1	0.50	1	0.5
Fuerza_Motriz	Pulidora	Piso 1 Bloque 5 Depósito		500	1	0.50	2	1
Fuerza_Motriz	Pulidora	Piso 1 Bloque 5 Depósito		2200	1	2.20	2	4.4
Fuerza_Motriz	Ventilador	Piso 1 Bloque 5 Área Común		70	1	0.07	1	0.07
Fuerza_Motriz	Ventilador	Piso 1 Bloque 5 Baños		50	1	0.05	0.5	0.025
Fuerza_Motriz	Tornadora	Piso 1 Bloque 11 Y 12 Lab Bombas taller Soldaduras		600	1	0.60	1	0.6
Fuerza_Motriz	Taladro de árbol	Piso 1 Bloque 11 Y 12 Lab Bombas taller Soldaduras		550	1	0.55	1	0.55
Fuerza_Motriz	Extractores	Piso 1 Bloque 11 Y 12 Lab Bombas taller Soldaduras		320	2	0.24	1	0.24
Fuerza_Motriz	Taladro de árbol	Piso 1 Bloque 11 Y 12 taller Máquinas y Herramientas		750	3	2.25	3	6.75
Fuerza_Motriz	Fresadora	Piso 1 Bloque 11 Y 12 taller Máquinas y Herramientas		750	1	0.75	3	2.25
Fuerza_Motriz	Esmeril	Piso 1 Bloque 11 Y 12 taller Máquinas y Herramientas		1100	4	4.40	4	17.6
Fuerza_Motriz	Fresadora	Piso 1 Bloque 11 Y 12 taller Máquinas y Herramientas		1500	1	1.50	1	1.5
Fuerza_Motriz	Tomo Emco	Piso 1 Bloque 11 Y 12 taller Máquinas y Herramientas		1337.6	4	5.35	6	32.1024
Fuerza_Motriz	Tomo Combi	Piso 1 Bloque 11 Y 12 taller Máquinas y Herramientas		1300	1	1.30	6	7.8
Fuerza_Motriz	Tomo Automac	Piso 1 Bloque 11 Y 12 taller Máquinas y Herramientas		3600	4	14.40	6	86.4
Fuerza_Motriz	Rectificadora	Piso 1 Bloque 11 Y 12 taller Máquinas y Herramientas		1100	1	1.10	6	6.6
Fuerza_Motriz	Fresadora Universal	Piso 1 Bloque 11 Y 12 taller Máquinas y Herramientas		846.835	1	0.85	6	5.08101
Fuerza_Motriz	Fresadora Vertical	Piso 1 Bloque 11 Y 12 taller Máquinas y Herramientas		2435.84	1	2.44	3	7.30752
Fuerza_Motriz	Aliadora Universal	Piso 1 Bloque 11 Y 12 Lab Tratamiento y Preparación de Probetas	0.5		1	0.37	1	0.373
Fuerza_Motriz	emcapsuladora	Piso 1 Bloque 11 Y 12 taller Máquinas y Herramientas		1600	1	1.60	0.5	0.8
Fuerza_Motriz	Pulidora Metalográfica	Piso 1 Bloque 11 Y 12 taller Máquinas y Herramientas		600	1	0.60	1	0.6
Fuerza_Motriz	Cortadora Metalografía	Piso 1 Bloque 11 Y 12 taller Máquinas y Herramientas		3600	1	3.60	1	3.6
Fuerza_Motriz	Motor (Laboratorios)	Piso 2 Bloque 11 Y 12 Lab Electrónica		1100	15	16.50	0.2	3.3
Fuerza_Motriz	Motor (Laboratorios)	Piso 2 Bloque 11 Y 12 Lab Electrónica		1100	15	16.50	0.2	3.3
Fuerza_Motriz	Extractores	Piso 3 Bloque 13 Sula profesores Areas Comunes		50	4	0.20	2	0.4

Tabla 44. Inventario de equipos de refrigeración

USO FINAL DE ENERGÍA	EQUIPO	ÁREA O PROCESO	POTENCIA (HP)	POTENCIA (W)	CANTIDAD	POTENCIA TOTAL (kW)	TIEMPO DE OPERACIÓN (horas/día)	CONSUMO (kWh/día)
Refrigeracion	Nevera 13 pies	Piso 2 Bloque 5 Lab Química Básica		150	1	0.15	9	1.35
Refrigeracion	Dispensador de agua	Piso 2 Bloque 6 Coordinación		70	2	0.14	6	0.84
Refrigeracion	Nevera 6 Pies	Piso 1 Bloque 11 Y 12 Lab Control Eléctrico		80	1	0.08	10	0.8
Refrigeracion	Dispensador de agua	Piso 1 Bloque 11 Y 12 Lab Control Eléctrico		60	1	0.06	12	0.72
Refrigeracion	Dispensador de gaseosas	Piso 1 Bloque 13 Cafeteria		400	1	0.40	9	3.6
Refrigeracion	Botellero 2 Puertas Portobon	Piso 1 Bloque 13 Cafeteria		450	1	0.45	12	5.4
Refrigeracion	Vitrina	Piso 1 Bloque 13 Cafeteria		400	1	0.40	14	5.6
Refrigeracion	Dispensador de agua	Piso 1 Bloque 13 Unidad Extensión Oficina		60	1	0.06	12	0.72
Refrigeracion	Nevera 3 Pies	Piso 2 Bloque 13 Sula informática		50	1	0.05	3	0.15

Tabla 45. Inventario de equipos de otros usos

USO FINAL DE ENERGÍA	EQUIPO	ÁREA O PROCESO	POTENCIA (HP)	POTENCIA (W)	CANTIDAD	POTENCIA TOTAL (kW)	TIEMPO DE OPERACIÓN (horas/día)	CONSUMO (kWh/día)
Otros	Simulador Solar	Piso1 Bloque 4 Lab Robótica		500	12	6.00	1	6
Otros	Lavadora Prototipadora	Piso1 Bloque 4 Lab Robótica		1600	1	1.60	5	8
Otros	Maquina Ve Torsión	Piso1 Bloque 4 Lab Robótica	0.13		1	0.09	1	0.09325
Otros	Hias 200	Piso 5 Bloque 4 Área Lab Industrial		1000	1	1.00	2	2
Otros	Maquina Resistencia Compresión Técnica	Piso1Bloque 5 Lab Estructuras Hidráulicas	1		1	0.75	2	1.492
Otros	Centrifuga de Asfalto	Piso1Bloque 5 Lab Suelos Pavimentos y Concretos		800	1	0.80	4	3.2
Otros	Viscosímetro	Piso1Bloque 5 Lab Suelos Pavimentos y Concretos		800	1	0.80	1	0.8
Otros	Microscopio	Piso1Bloque 5 Lab Suelos Pavimentos y Concretos		30	1	0.03	1	0.03
Otros	Banco de Alimentación	Piso 1 Bloque 5 Lab Alta tensión	5 KVA		1	0.00	4	0.004
Otros	Fuentes de Poder	Piso 2 Bloque 5 Salón 205 lab Física Mecánica		190	32	6.08	0.05	0.304
Otros	Generadores de Señal	Piso 2 Bloque 5 Salón 205 lab Física Mecánica		30	8	0.24	0.05	0.012
Otros	Generadores de Vander Graf	Piso 2 Bloque 5 Salón 205 lab Física Mecánica		100	5	0.50	0.04	0.02
Otros	Osciloscopio	Piso 2 Bloque 5 Salón 205 lab Física Mecánica		30	8	0.24	0.04	0.0096
Otros	Receptor de Sensores	Piso 2 Bloque 5 Salón 205 lab Física Mecánica		20	3	0.06	0.04	0.0024
Otros	Espectrofotómetro	Piso 2 Bloque 5 Lab Química Básica		180	1	0.18	0.001	0.00018
Otros	Análizador gases ideales	Piso 2 Bloque 5 Lab Química Básica		50	1	0.05	0.01	0.0005
Otros	Autoclave	Piso 2 Bloque 5 Lab Química Básica		300	1	0.30	0.01	0.003
Otros	Fuentes de alimentación	Piso 2 Bloque 11 Y 12 Lab Electrónica		60	14	0.84	0.02	0.0168
Otros	Bancos de Fuentes	Piso 2 Bloque 11 Y 12 Lab Electrónica		100	6	0.60	0.5	0.3
Otros	Silla Odontológica	Piso 1 Bloque 13 Unidad Extensión Consultorio Odontológico		200	1	0.20	2	0.4

Tabla 46. Inventario de lámparas

EQUIPO	POTENCIA TOTAL (kW)	CONSUMO DE ENERGIA(kWh/día)	CANTIDAD BOMBILLOS
Fluorescente_Tubular_T8	68.34	713.06	2432
Fluorescente_Tubular_T12	13.65	119.60	329
Haluro_Metalico	6.40	37.40	32
LFC	3.52	32.95	207
Incandescente	0.24	0.48	4
Total general	92.15	903.48	3004

5.4.2 Sistemas de Uso Final de Energía

A partir de información de los inventarios por área, las gráficas siguientes muestran el consumo de energía eléctrica y participación por equipo de uso final.

Figura 36. Consumo de energía eléctrica por uso final

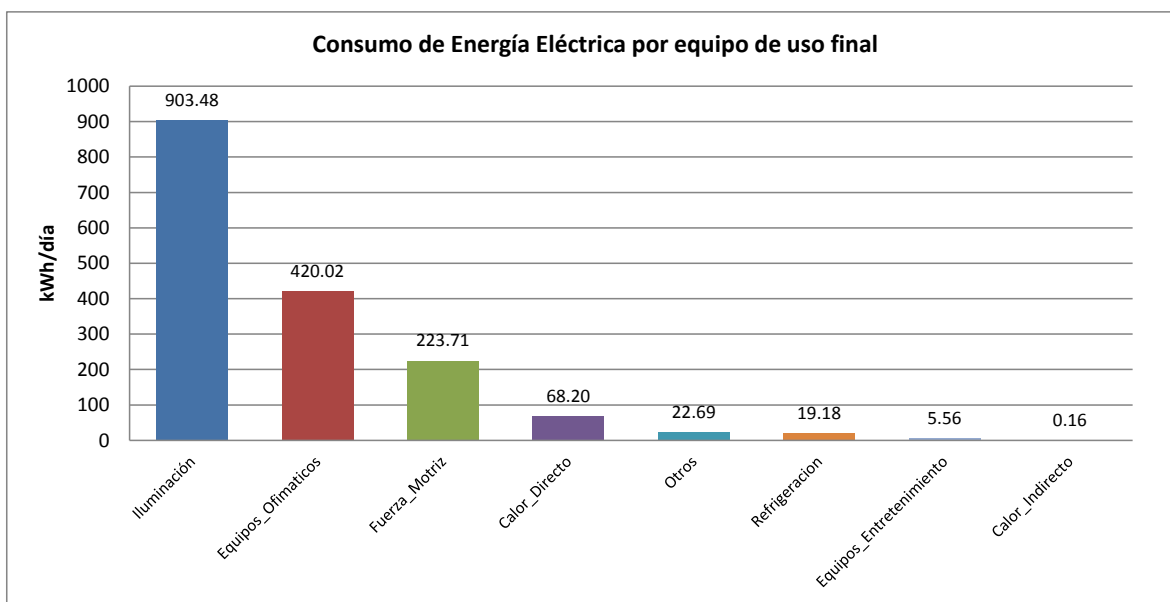
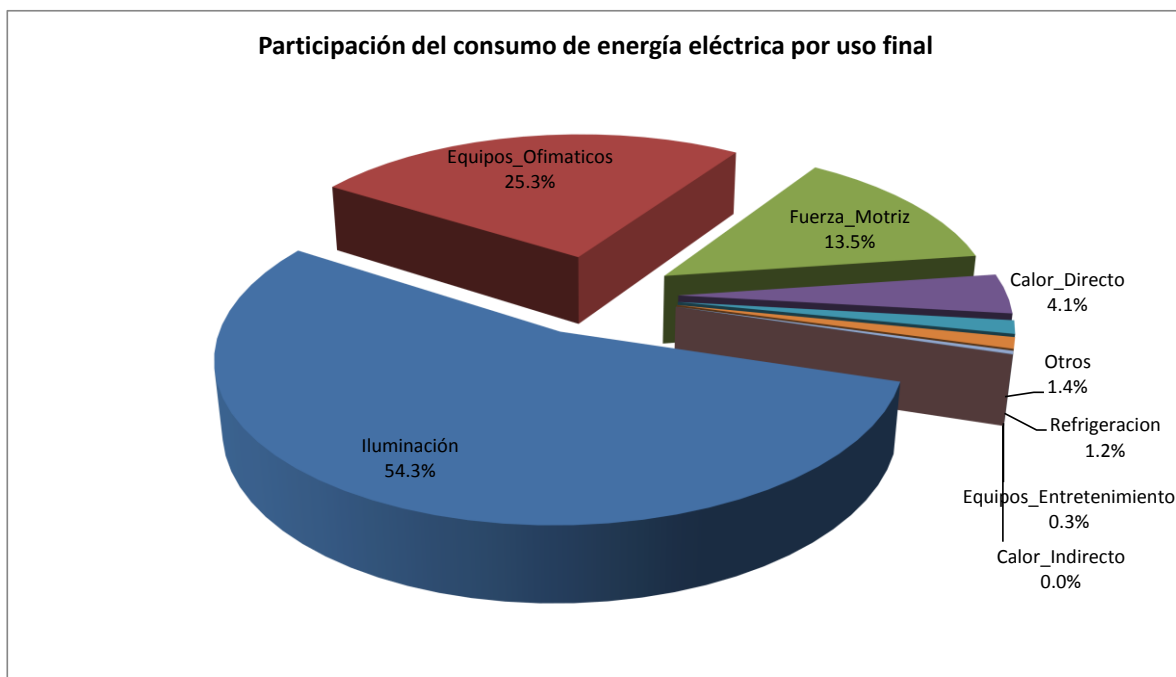


Figura 37. Participación del consumo de energía eléctrica por uso final



La figura anterior muestra que la mayor participación del uso final de energía es por iluminación con 54.3%, seguido por los equipos ofimáticos con 25.3%, formado por computadores, impresoras, fotocopiadoras y demás equipo de oficina y equipos de fuerza motriz como bombas, ventiladores y motores de laboratorio entre otros con 13.5%, por tanto las medidas de eficiencia energética deben estar enfocadas principalmente en estos usos finales. Estos tres usos finales participan con el 93.1% del consumo energético de la sede.

Figura 38. Consumo de energía eléctrica por Área

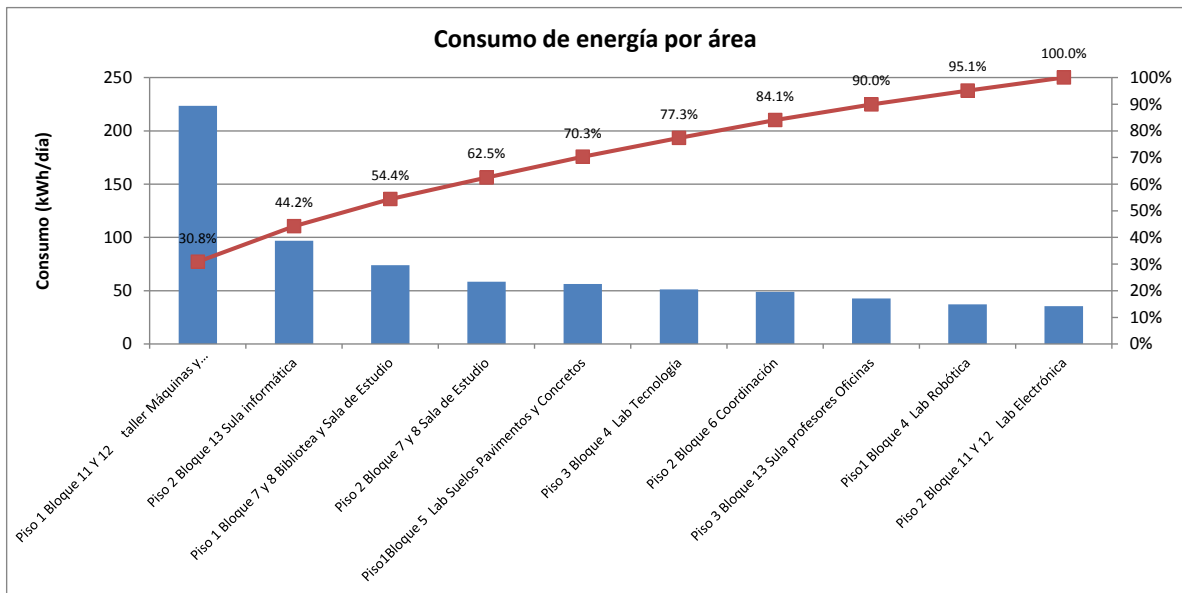
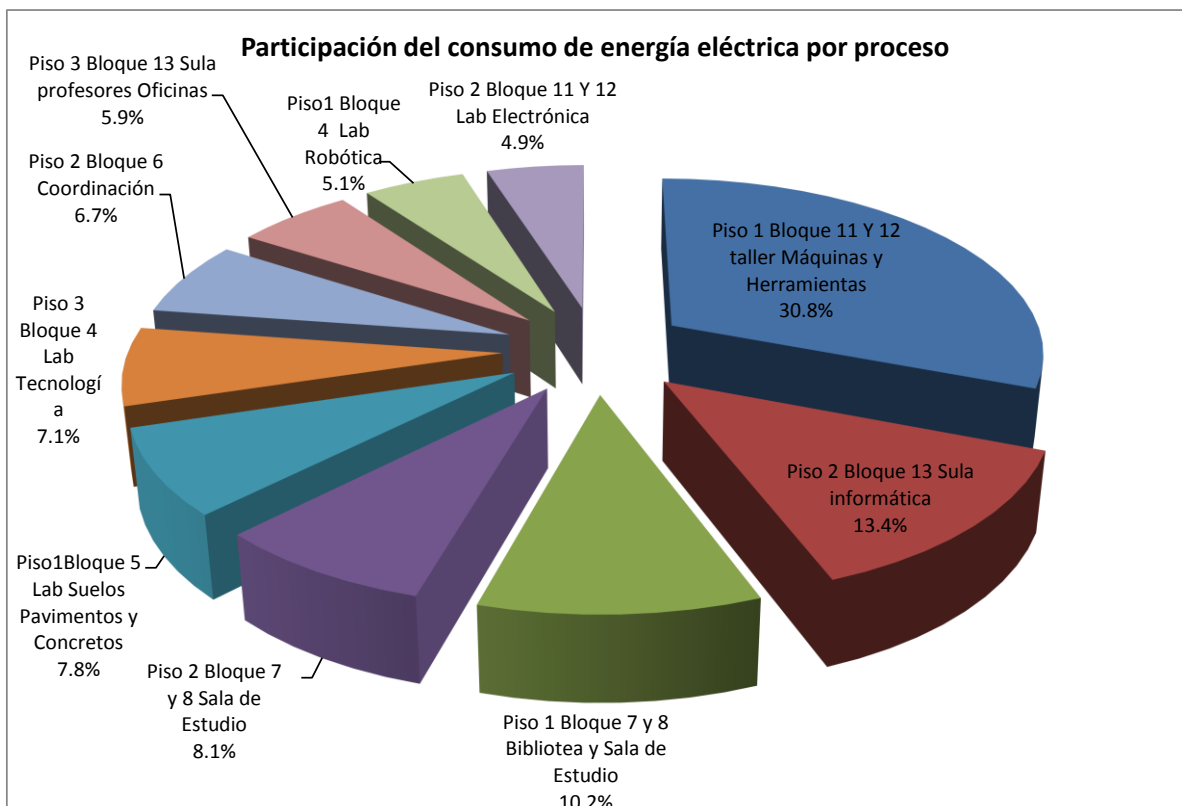


Figura 39. Participación del consumo de energía eléctrica por área



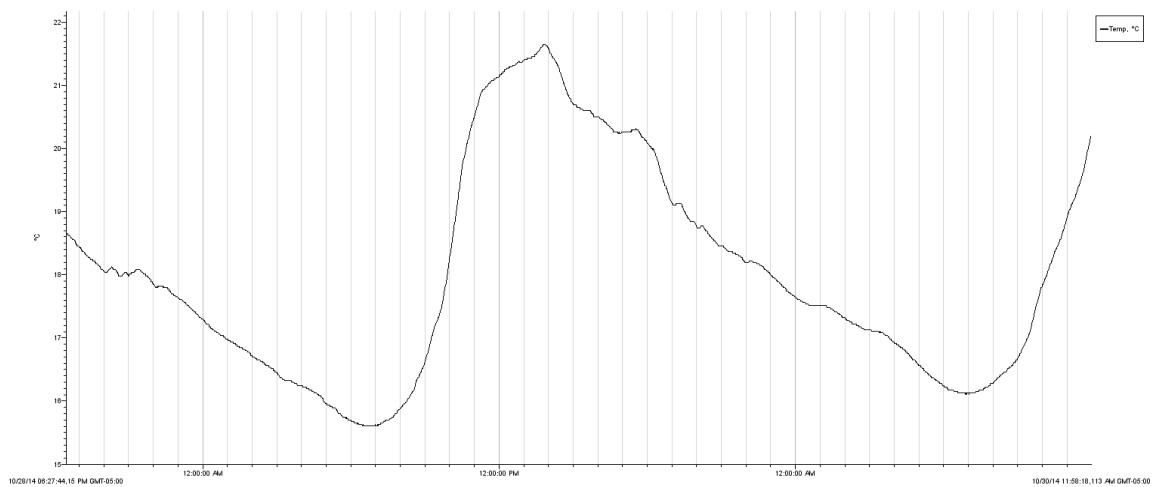
Las figuras anteriores muestran que los mayores consumos de energía eléctrica están en el taller de máquinas y herramientas de los edificios de la sede, seguido bloque 13 sala

de informática y la biblioteca y salas de estudio, estos espacios en conjunto consumen el 54.4% del total de la energía eléctrica.

5.4.3 Análisis de las condiciones climáticas interiores del bloque 1

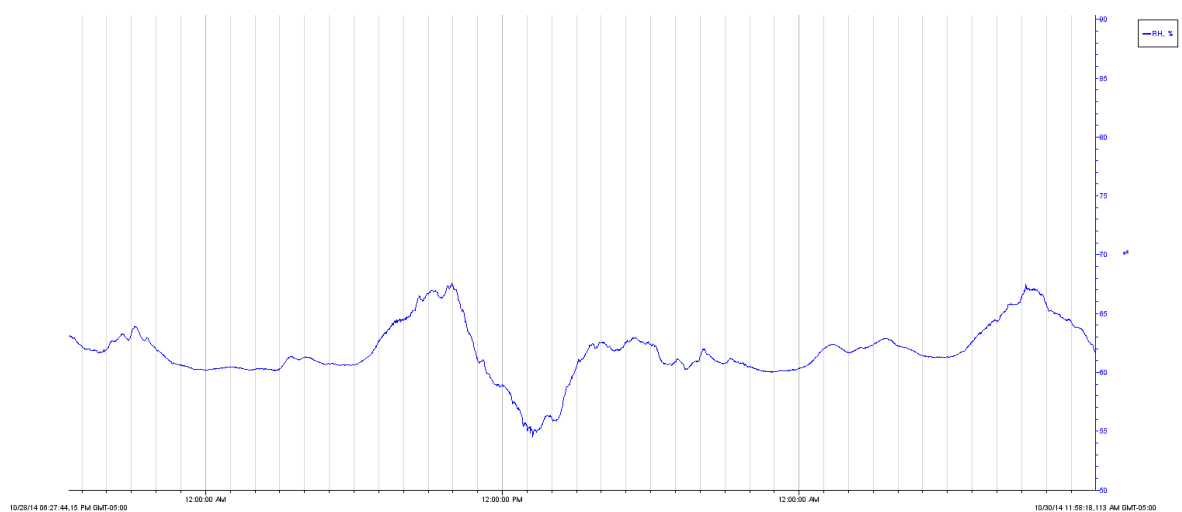
En el contexto teórico definido en la sección 3.3, se midieron la temperatura seca y la humedad relativa en varios puntos al interior del edificio, y se identificó la uniformidad de las condiciones ambientales internas, la figura siguiente muestra la temperatura interna al recinto, nótese que la máxima temperatura registrada es de 22 C, y mínima de 15.5 C, lo cual en las horas del día se presta las condiciones de confort que requiere el cuerpo humano.

Figura 40. Curva de temperatura



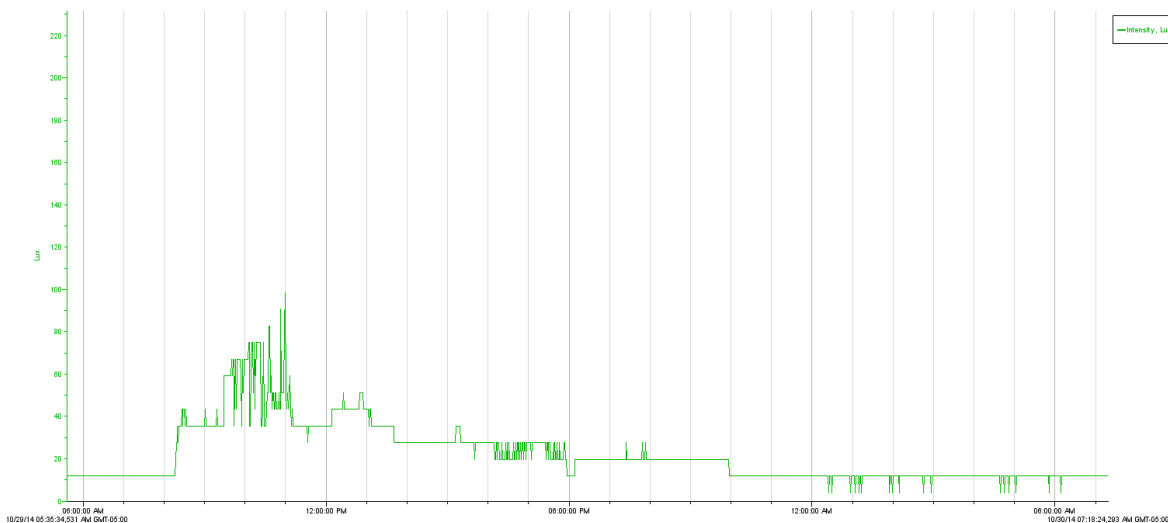
La humedad relativa del recinto varía entre el 55% y el 70%, propio de las condiciones húmedas de la ciudad de Bogotá, el máximo de humedad se presenta entre las 7 am y medio día y de medio día hasta las 2 de la tarde se presenta el mínimo.

Figura 41. Curva de humedad relativa



La figura siguiente muestra el manejo del sistema de iluminación, la cual inicia desde la 8 am y va hasta las 6 pm, lo anterior traduce la baja utilización de la luz natural, esto puede ser un factor importante en la disminución del consumo de energía eléctrica por concepto de iluminación.

Figura 42. Curva del manejo de la iluminación



Se evidencia una temperatura adecuada de los espacios, la humedad relativa es propia de las condiciones de la ciudad de Bogotá y para esta edificación se usa adecuadamente el sistema de iluminación, además se evidencia a partir de las mediciones de los niveles de iluminación la buena utilización de luz natural.

5.4.4 Análisis de las cargas térmicas

Se evidencia una temperatura adecuada de los espacios, la humedad relativa es propia de las condiciones de la ciudad de Bogotá y para esta edificación se usa adecuadamente el sistema de iluminación, además se evidencia a partir de las mediciones de los niveles de iluminación la buena utilización de luz natural.

La influencia de las cargas térmicas naturales (incidencia de la radiación solar, vientos y humedad relativa) y artificiales tales como calentamiento por el uso de iluminación incandescente o halógena, pantallas de computador, materiales de construcción, son mínimas ya que las temperaturas ambientales interiores no sobrepasan los 22 C, lo cual es propicio en el área de confort.

En el caso de adecuaciones de las oficinas y demás espacios no se presentan problemas con las temperaturas y condiciones de confort.

5.5 MEDICIONES REALIZADAS

Los circuitos evaluados se indican a continuación:

- Totalizador – Medido mediante analizador de red PQA 824
Los Circuitos del tablero principal se midieron con pinza amperimetrica y data logger, los siguientes fueron los circuitos medidos:
 - Data Center
 - Laboratorio de Maquinas
 - Laboratorio de Alta Tensión
 - Bloque 1
 - Bloque 2
 - Bloque 3
 - Bloque 4
 - Iluminación Exterior

De las mediciones realizadas en las instalaciones de la Sede Tecnologica de la Universidad Distrital se obtuvieron los resultados relevantes presentandos a continuación:

Tabla 47. Resumen de mediciones del totalizador

CARACTERÍSTICAS DE LA MEDICION	
CIRCUITO O EQUIPO	Totalizador
ANALIZADOR UTILIZADO	PQA 824

	Fase 1	Fase 2	Fase 3
Voltaje F - F (V)	213,2	212,5	212,5
Voltaje F - N (V)	123,1	122,7	122,7
Corriente en operación (A)	218,3	230,1	230,9
Potencia Activa (kW)	26,2	27,9	27,7
Consumo Energía Activa Medido (kWh)	1805,6		

	Promedio	Maximo	Minimo
Frecuencia (Hz)	60,0	60,1	59,9
Corriente en Neutro (A)	92,2	150,2	42,5
Cos Φ	0,99	1,00	0,95

Fuente: Elaboración propia. CORPOEMA 2014

Tal y como es posible ver en la tabla resumen, las tensiones, la frecuencia, el factor de potencia y la potencia activa consumida presentan un comportamiento dentro de los

valores permitidos de variación, sin embargo se evidencian un leve desbalance de corrientes entre fases, así como una corriente de neutro elevada respecto a los valores establecidos como normales. A continuación se presenta un análisis de las condiciones medidas.

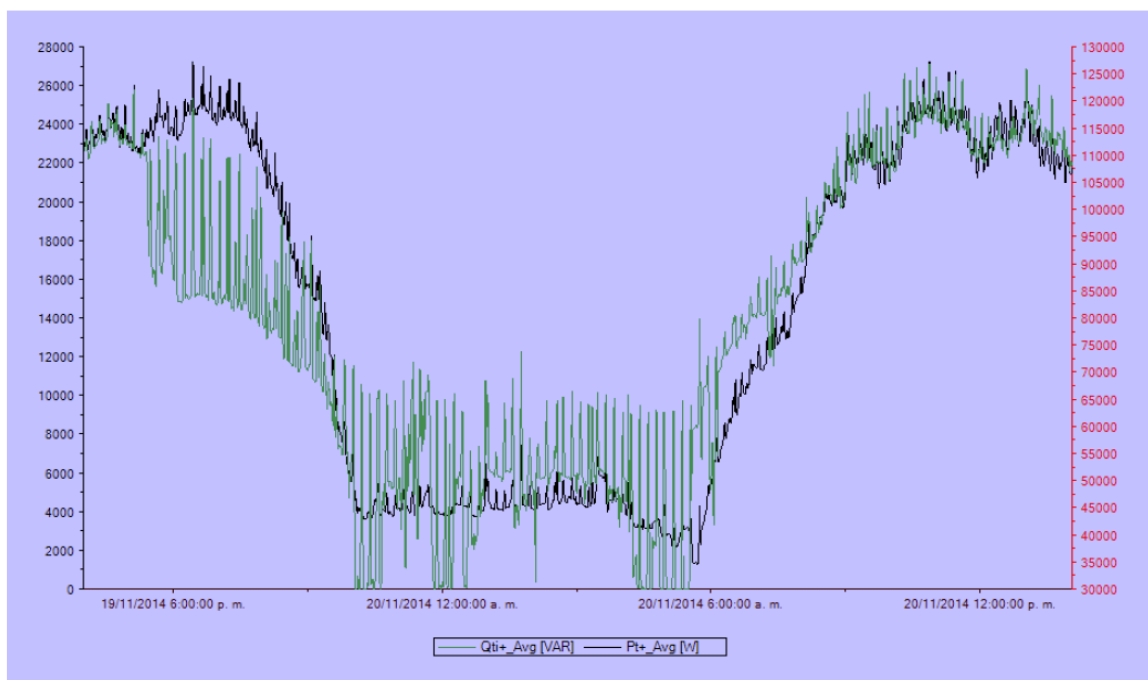
A continuación detallamos cada una de las variables medidas en el totalizador de la sede:

- **Potencia Activa y reactiva**

Respecto a la relación entre el comportamiento de la potencia activa y la potencia reactiva, los resultados indican que el sistema presenta un factor de potencia adecuado, viéndose reflejado en la potencia reactiva por lo que opera dentro de los niveles normales permitidos, evidenciando que ésta no supera el 50% del valor de la potencia activa consumida.

En términos de consumo energético, de las mediciones realizadas se observa que la potencia activa presenta en las horas de la noche un valor promedio constante de 40kW, entre las 10 de la noche y las 6 de la mañana, durante el transcurso del día se aprecia el incremento en la actividad de la sede aumentando la potencia, llegando a su máxima potencia sobre las 10 de la mañana con 130kW, posteriormente las carga permanece constante hasta las 6 de la tarde y disminuye gradualmente hasta las 10 de la noche. Comportamiento que vale la pena evaluar en la definición de planes de eficiencia y ahorro energético.

Figura 43. Potencia activa y reactiva total – sede Tecnológica



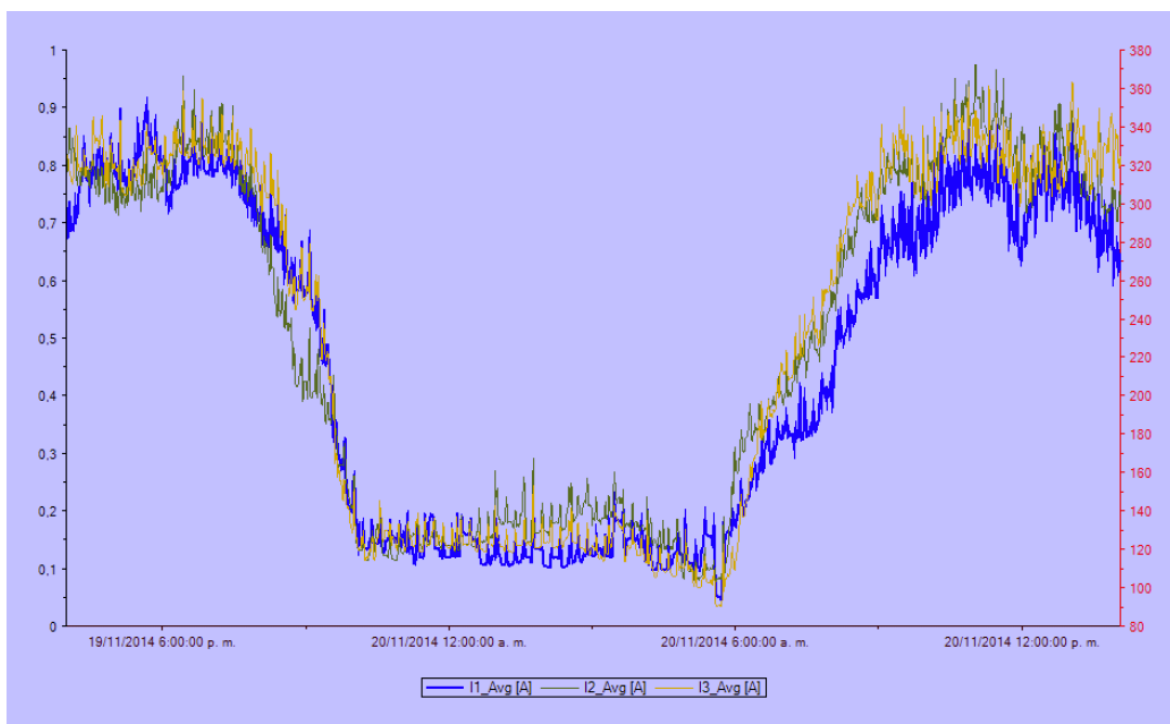
Fuente: Elaboración propia. CORPOEMA 2014

- **Corriente de líneas**

Tal y como se indicó en la descripción de los valores de la tabla resumen de mediciones, el sistema presenta una condición de desbalance de corriente entre las fases medidas, de 11.8 A, valor que no resulta grave en la actualidad pero que de continuar en aumento podría provocar daños futuros en los equipos y dispositivos dimensionados para operar a diferentes niveles de corriente.

Respecto a la corriente de neutro, su valor elevado respecto al valor permitido si representa una condición de falla importante a ser considerada, evaluada y corregida con prontitud. En el caso específico de evaluación el valor promedio de la corriente de neutro supera en 69 A al valor medido, valor que triplica el valor esperado y por lo tanto corresponde a una falla importante. De continuar con dicha condición el sistema podría presentar una condición de deterioro del conductor de neutro y presentación de fugas.

Figura 44. Corriente por fase _Sede Tecnológica

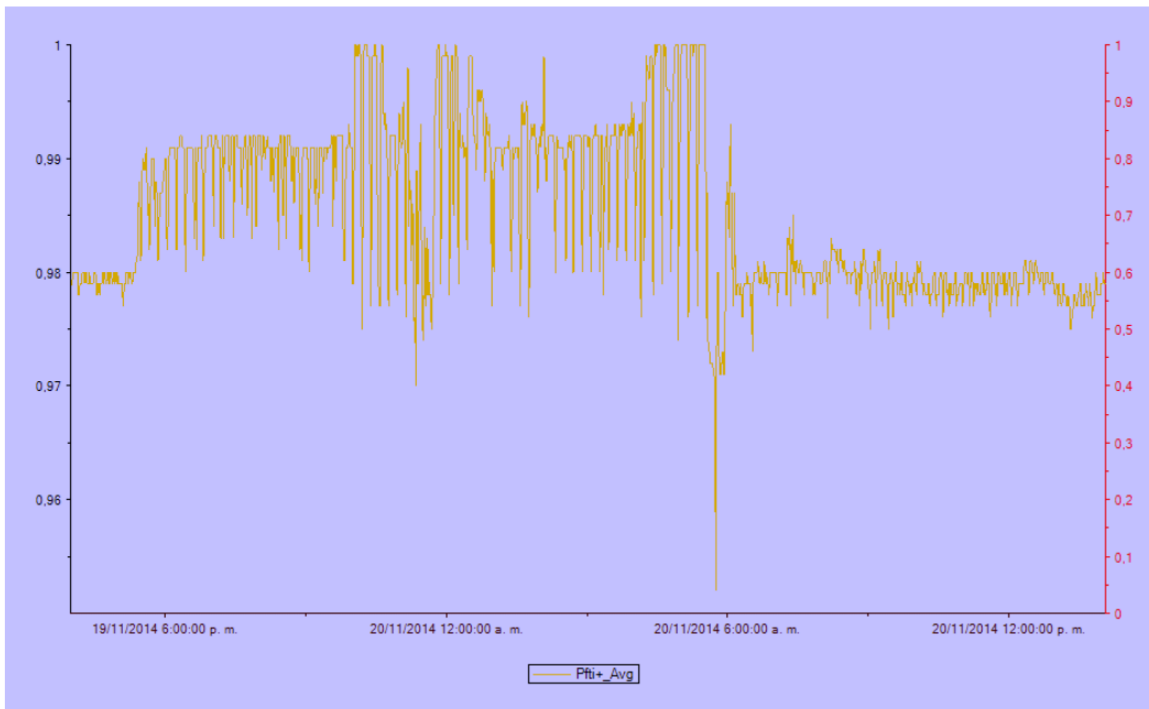


Fuente: Elaboración propia. CORPOEMA 2014

- **Factor de potencia**

De lo indicado tanto en la tabla resumen como en la figura siguiente, el factor de potencia medido llega a valores de hasta 0.95, presentándose en las horas de mayor actividad de las sede, entre las 6 de la mañana y las 6 de la tarde, un valor que varía entre 0.98 y 0.99, siendo éste un comportamiento adecuado de dicha magnitud, que además representa una adecuada relación entre el consumo de potencia activa y potencia reactiva en el sistema.

Figura 45. Factor de potencia – sede Tecnológica



Fuente: Elaboración propia. CORPOEMA 2014

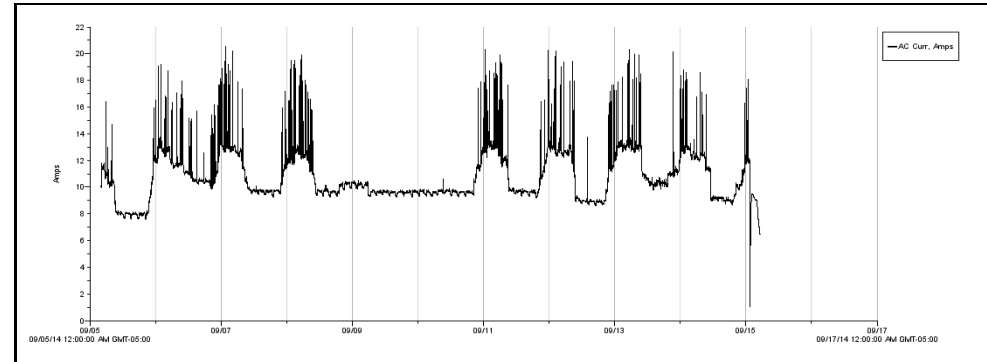
- **Mediciones de circuitos**

A continuación se muestra el comportamiento de las mediciones realizadas en los tableros de distribución principal.

CARACTERÍSTICAS DE LA MEDICION	
CIRCUITO O EQUIPO	Data Center
HOBO UTILIZADO	1 Canal
PINZA UTILIZADA	P100-02

RESULTADOS DE LA MEDICIÓN	
CONSUMO MENSUAL (kWh)	1594.29
Corriente promedio en operación (A)	11.02
Horas de operación al día (h)	24.00
Potencia Promedio (W)	2214.3
Consumo Diario (kWh)	53.14

CARACTERÍSTICAS DE LA MEDICIÓN	
Fecha y hora de Medición	09-nov.-14
Duración de la Medición	24 horas
Voltaje (V _{AC})	216
COS Φ	0.93
Se empleó un Data Logger HOBO y una pinza amperimétrica	
Calibración de la Pinza	0.997
Error de la Pinza (A)	0.104
Frecuencia de Medición (min)	1

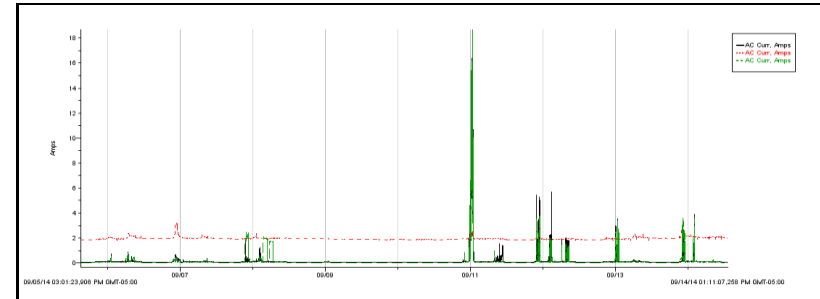


El circuito de data center opera las 24 horas del día, presentando una corriente máxima de 20 A, una corriente de base de 8 A y una corriente promedio de 11 A.

CARACTERÍSTICAS DE LA MEDICIÓN	
CIRCUITO O EQUIPO	Laboratorio de Maquinas
HOBO UTILIZADO	4 Canales
PINZA UTILIZADA	P50-18

RESULTADOS DE LA MEDICIÓN			
	FASE A	FASE B	FASE C
CONSUMO MENSUAL (kWh)	12.30	142.70	6.59
Corriente promedio en operación (A)	2.00	1.78	1.55
Horas de operación al día (h)	1.83	24.00	1.27
Potencia Promedio (W)	223.6	198.20	173.29
Consumo Diario (kWh)	0.41	4.76	0.22

CARACTERÍSTICAS DE LA MEDICIÓN	
Fecha y hora de Medición	09-nov.-14
Duración de la Medición	24 horas
Voltaje (V_{AC})	120
COS Φ	0.93
Se empleó un Data Logger HOBO y una pinza amperimétrica	
Calibración de la Pinza	0.997
Error de la Pinza (A)	0.112
Frecuencia de Medición (min)	1

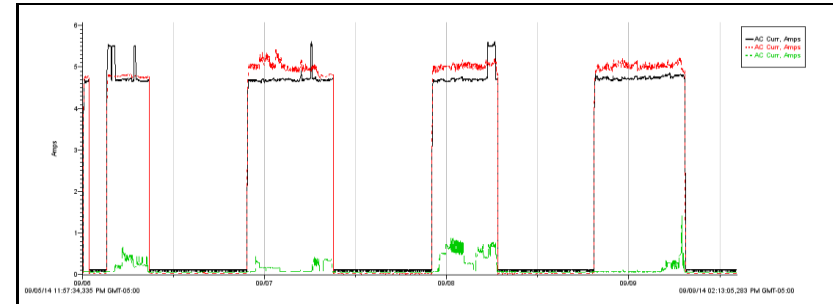


Este circuito alimenta el laboratorio de maquinas, se puede observar que la fase B presenta una corriente muy elevada y constante comparada con las otras dos fases, la corriente máxima de la fase A es de 12A, de la fase B es de 4A y de la fase C es de 16A, la corriente promedio de la fase A es de 2 A, de la fase C de 1.78 y de la fase C 1.55 A.

CARACTERÍSTICAS DE LA MEDICIÓN	
CIRCUITO O EQUIPO	Laboratorio de Alta tensión
HOBO UTILIZADO	4 canales
PINZA UTILIZADA	P100-02

RESULTADOS DE LA MEDICIÓN			
	FASE A	FASE B	FASE C
CONSUMO MENSUAL (kWh)	157.09	164.46	10.34
Corriente promedio en operación (A)	4.64	4.86	0.42
Horas de operación al día (h)	10.12	10.12	7.40
Potencia Promedio (W)	517.6	541.88	46.59
Consumo Diario (kWh)	5.24	5.48	0.34

CARACTERÍSTICAS DE LA MEDICIÓN	
Fecha y hora de Medición	09-jul.-14
Duración de la Medición	24 horas
Voltaje (V _{Ac})	120
COS Φ	0.93
Se empleó un Data Logger HOBO y una pinza amperimétrica	
Calibración de la Pinza	0.997
Error de la Pinza (A)	0.112
Frecuencia de Medición (min)	1

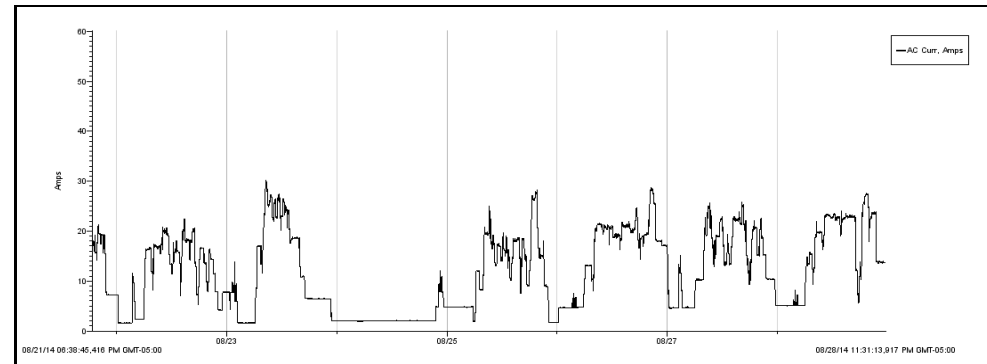


Este circuito alimenta el laboratorio de Alta Tensión, se muestra que las fases A y B presentan un consumo de corriente elevada comparado con la fase C, se presenta un aximo en la fase A de 5.5 A, en la fase B de 5A y la fase C de 1 A, en promedio la fase A consume 4.4 A, la fase B 4.86A y la fase C 0.42 A.

CARACTERÍSTICAS DE LA MEDICION	
CIRCUITO O EQUIPO	Bloque 1
HOBO UTILIZADO	4 Canales
PINZA UTILIZADA	P100-02

RESULTADOS DE LA MEDICIÓN	
CONSUMO MENSUAL (kWh)	1718.48
Corriente promedio en operación (A)	11.67
Horas de operación al día (h)	24.00
Potencia Promedio (W)	2386.8
Consumo Diario (kWh)	57.28

CARACTERÍSTICAS DE LA MEDICIÓN	
Fecha y hora de Medición	08/24/14 11:38:42 PM
Duración de la Medición	24 horas
Voltaje (V _{AC})	220
COS Φ	0.93
Se empleó un Data Logger HOBO y una pinza amperimétrica	
Calibración de la Pinza	0.997
Error de la Pinza (A)	0.112
Frecuencia de Medición (min)	1

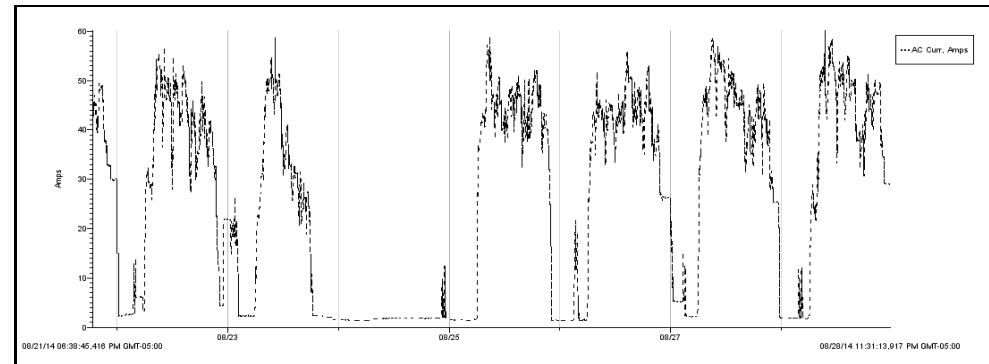


Este circuito alimenta el Bloque 1, se puede observar un pico de corriente de 30A y una corriente promedio de 11,67A.

CARACTERÍSTICAS DE LA MEDICION	
CIRCUITO O EQUIPO	Bloque 2
HOBO UTILIZADO	4 Canales
PINZA UTILIZADA	P100-02

RESULTADOS DE LA MEDICIÓN	
CONSUMO MENSUAL (kWh)	4335.33
Corriente promedio en operación (A)	29.43
Horas de operación al día (h)	24.00
Potencia Promedio (W)	6021.3
Consumo Diario (kWh)	144.51

CARACTERÍSTICAS DE LA MEDICIÓN	
Fecha y hora de Medición	08/24/14 11:38:42 PM
Duración de la Medición	24 horas
Voltaje (V _{AC})	220
COS Φ	0.93
Se empleó un Data Logger HOBO y una pinza amperimétrica	
Calibración de la Pinza	0.997
Error de la Pinza (A)	0.112
Frecuencia de Medición (min)	1

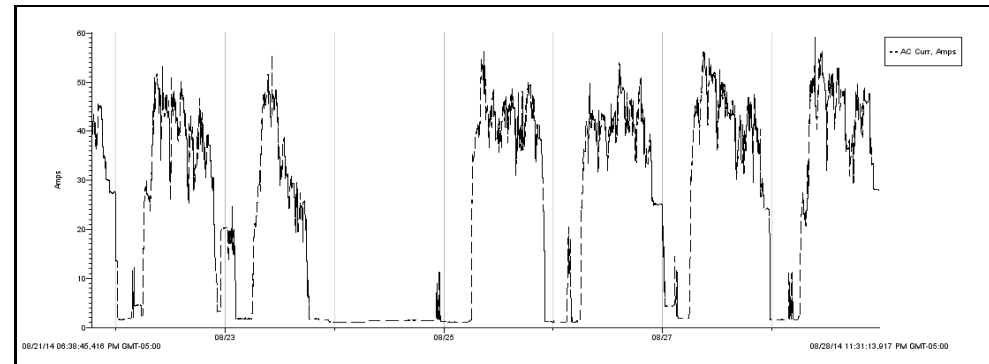


Este circuito alimenta el Bloque 2, se puede observar un pico de corriente de 60A y una corriente promedio de 29,43A.

CARACTERÍSTICAS DE LA MEDICION	
CIRCUITO O EQUIPO	Bloque 3
HOBO UTILIZADO	4 Canales
PINZA UTILIZADA	P100-02

RESULTADOS DE LA MEDICIÓN	
CONSUMO MENSUAL (kWh)	4125.52
Corriente promedio en operación (A)	28.01
Horas de operación al día (h)	24.00
Potencia Promedio (W)	5729.9
Consumo Diario (kWh)	137.52

CARACTERÍSTICAS DE LA MEDICIÓN	
Fecha y hora de Medición	08/24/14 11:38:42 PM
Duración de la Medición	24 horas
Voltaje (V _{AC})	220
COS Φ	0.93
Se empleó un Data Logger HOBO y una pinza amperimétrica	
Calibración de la Pinza	0.997
Error de la Pinza (A)	0.112
Frecuencia de Medición (min)	1

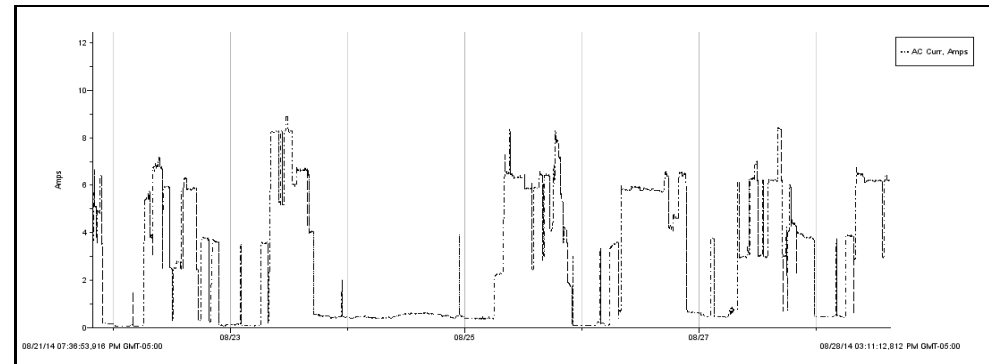


Este circuito alimenta el Bloque 3, se puede observar un pico de corriente de 55A y una corriente promedio de 28,01A.

CARACTERÍSTICAS DE LA MEDICION	
CIRCUITO O EQUIPO	Boque 4
HOBO UTILIZADO	4 Canales
PINZA UTILIZADA	P100-02

RESULTADOS DE LA MEDICIÓN	
CONSUMO MENSUAL (kWh)	509.36
Corriente promedio en operación (A)	3.66
Horas de operación al día (h)	22.70
Potencia Promedio (W)	748.0
Consumo Diario (kWh)	16.98

CARACTERÍSTICAS DE LA MEDICIÓN	
Fecha y hora de Medición	08/24/14 11:38:42 PM
Duración de la Medición	24 horas
Voltaje (V _{AC})	220
COS Φ	0.93
Se empleó un Data Logger HOBO y una pinza amperimétrica	
Calibración de la Pinza	0.997
Error de la Pinza (A)	0.086
Frecuencia de Medición (min)	1

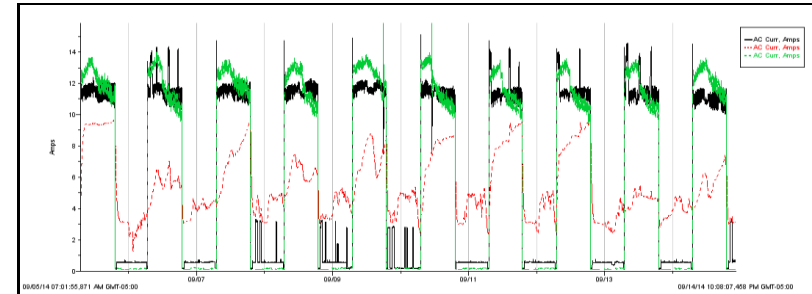


Este circuito alimenta el Bloque 4, se puede observar un pico de corriente de 8A y una corriente promedio de 3,66A.

CARACTERÍSTICAS DE LA MEDICIÓN	
CIRCUITO O EQUIPO	Iluminación Exterior
HOBO UTILIZADO	4 Canales
PINZA UTILIZADA	P100-02

RESULTADOS DE LA MEDICIÓN			
	FASE A	FASE B	FASE C
CONSUMO MENSUAL (kWh)	491.43	491.43	445.54
Corriente promedio en operación (A)	6.12	6.12	5.54
Horas de operación al día (h)	24.00	24.00	24.00
Potencia Promedio (W)	682.5	682.54	618.80
Consumo Diario (kWh)	16.38	16.38	14.85

CARACTERÍSTICAS DE LA MEDICIÓN	
Fecha y hora de Medición	09-ago.-14
Duración de la Medición	24 horas
Voltaje (V_{AC})	120
$COS \Phi$	0.93
Se empleó un Data Logger HOBO y una pinza amperimétrica	
Calibración de la Pinza	0.997
Error de la Pinza (A)	0.086
Frecuencia de Medición (min)	1



Este circuito alimenta el sistema de iluminación exterior, las fases A y C se comportan de manera similar mientras que la fase B es mas baja, la corriente maxima por fase es de 12 A en la fase A, 10 A en la fase B y 14 A en la fase C, en promedio la fase A presenta una corriente de 6,12 A, la fase B 6,12 A y la Fase C 5,54A.

5.5.1 Evaluación del sistema de iluminación

El equipo de trabajo realizó durante la evaluación energética un inventario de los equipos de iluminación instalados en la sede tecnológica. Se tomaron los datos de la cantidad de luminarias su estado y la tecnología teniendo en cuenta el espacio en el que está localizada. Las siguientes tablas muestran este inventario por cada una de las tecnologías, para cada una de las áreas en las que está dividida la universidad.

Tabla 48. Potencia total instalada y energía consumida en el bloque 1

USO FINAL DE ENERGÍA	EQUIPO	ÁREA O PROCESO	POTENCIA (HP)	POTENCIA (W)	CANTIDAD	POTENCIA TOTAL (kW)	TIEMPO DE OPERACIÓN (horas/día)	CONSUMO (kWh/día)
Iluminación	Haluro_Metalico	Coliseo Bloque 1		200	20	4.00	3	12
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Coliseo Bloque 1		32	8	0.26	10	2.56
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T12	Coliseo Bloque 1		75	6	0.45	2	0.9
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T12	Coliseo Bloque 1		40	16	0.64	6	3.84
Iluminación	Incandescente	Coliseo Bloque 1		60	4	0.24	2	0.48

USO FINAL DE ENERGÍA	EQUIPO	ÁREA O PROCESO	POTENCIA (HP)	POTENCIA (W)	CANTIDAD	POTENCIA TOTAL (kW)	TIEMPO DE OPERACIÓN (horas/día)	CONSUMO (kWh/día)
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Piso 3 Bloque 1 Salón Integra		32	8	0.26	8	2.08
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Piso 3 Bloque 1 Salón 301		32	12	0.38	10	3.84
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Piso 3 Bloque 1 Salón 304		32	16	0.51	10	5.12
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Piso 2 Bloque1 Áreas Comunes		32	20	0.64	6	3.84
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Piso 2 Bloque1 Salón 202		32	8	0.26	8	2.08
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T12	Piso 2 Bloque1 Salón 203		40	8	0.32	6	1.92
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Piso 2 Bloque 1 Salón 204		32	16	0.51	8	4.096
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Piso 1 Bloque 1 Áreas Comunes		32	20	0.64	6	3.84
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Piso 1 Bloque 1 Salón 102		32	8	0.26	10	2.56
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Piso 1 Bloque 1 Salón 103		32	8	0.26	10	2.56
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Piso 1 Bloque 1 Salón Estudiantes		32	8	0.26	4	1.024
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Piso 1 Bloque 1 Salón 101		32	12	0.38	10	3.84
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Piso 1 Bloque Salon 106		32	16	0.51	12	6.144
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Piso 1 Bloque Salon 105		32	16	0.51	12	6.144
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Piso 1 Bloque Salon 104		32	16	0.51	12	6.144
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Piso 1 Bloque Sulon 103		32	16	0.51	12	6.144
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Piso 1 Bloque Sulon 102		32	16	0.51	12	6.144
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Piso 1 Bloque Sulon 101		32	16	0.51	12	6.144

Tabla 49. Potencia total instalada y energía consumida en el bloque 2

USO FINAL DE ENERGÍA	EQUIPO	ÁREA O PROCESO	POTENCIA (HP)	POTENCIA (W)	CANTIDAD	POTENCIA TOTAL (kW)	TIEMPO DE OPERACIÓN (horas/día)	CONSUMO (kWh/día)
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Salón 503 Bloque 2 Piso 5		32	12	0.38	10	3.84
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Salón 502 Bloque 2 Piso 5		32	16	0.51	10	5.12
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Salón 501 Bloque 2 Piso 5		32	20	0.64	10	6.4
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Salón 402 Bloque 2 Piso 4		32	16	0.51	10	5.12
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Salón 403 Bloque 2 Piso 4		32	16	0.51	10	5.12
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Salón 401 Bloque 2 Piso 4		32	20	0.64	10	6.4
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Salón 301 Bloque 2 Piso 3		32	16	0.51	10	5.12
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Salón 303 Bloque 2 Piso 3		32	16	0.51	8	4.096
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Piso 2 Bloque2 Salón 202		32	8	0.26	10	2.56
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Piso 2 Bloque2 Salón 203		32	18	0.58	10	5.76
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Piso 2 Bloque2 Salón 202		32	16	0.51	10	5.12
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Piso 2 Bloque2 Oficina Recursos fisicos		32	4	0.13	5	0.64
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Piso 1 Bloque 2 Salón 102		32	18	0.58	10	5.76
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T12	Piso 1 Bloque 2 Sala seguridad		40	2	0.08	2	0.16

Tabla 50. Potencia total instalada y energía consumida en el bloque 3

USO FINAL DE ENERGÍA	EQUIPO	ÁREA O PROCESO	POTENCIA (HP)	POTENCIA (W)	CANTIDAD	POTENCIA TOTAL (kW)	TIEMPO DE OPERACIÓN (horas/día)	CONSUMO (kWh/día)
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Piso 5 Área común		32	6	0.19	6	1.152
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Piso 3 Bloque 3 Salón 301		32	12	0.38	8	3.072
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Piso 3 Bloque 3 Salón 302		32	12	0.38	10	3.84
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Piso 3 Bloque 3 Salón 303		32	10	0.32	10	3.2
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Piso 3 Bloque 3 Salón 304		32	10	0.32	10	3.2
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Piso 3 Bloque 3 Áreas Comunes		32	8	0.26	6	1.536
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Piso 2 Bloque 3 Salón 201		32	12	0.38	10	3.84
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Piso 2 Bloque 3 Salón 202		32	12	0.38	10	3.84
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Piso 2 Bloque 3 Salón 203		32	12	0.38	10	3.84
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Piso 2 Bloque 3 Salón 204		32	12	0.38	10	3.84
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Piso 2 Bloque 3 Áreas Comunes		32	6	0.19	6	1.152
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Piso 1 Bloque 3 Salón 101		32	12	0.38	10	3.84
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Piso 1 Bloque 3 Salón 102		32	12	0.38	10	3.84
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Piso 1 Bloque 3 Salón 103		32	12	0.38	10	3.84
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Piso 1 Bloque 3 Salón 104		32	12	0.38	10	3.84

Tabla 51. Potencia total instalada y energía consumida en el bloque 4, 5 y 6

USO FINAL DE ENERGÍA	EQUIPO	ÁREA O PROCESO	POTENCIA (HP)	POTENCIA (W)	CANTIDAD	POTENCIA TOTAL (kW)	TIEMPO DE OPERACIÓN (horas/día)	CONSUMO (kWh/día)
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Piso 5 Área común		32	6	0.19	6	1.152
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Piso 4 Área común		32	4	0.13	6	0.768
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T12	Piso1 Bloque 4 Lab Robótica		40	2	0.08	6	0.48
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Piso1 Bloque 4 Lab Robótica		32	44	1.41	10	14.08
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Piso1 Bloque 4 Lab Robótica		32	16	0.51	8	4.096
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Piso1 Bloque 4 Lab Robótica Oficinas		32	4	0.13	8	1.024
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T12	Piso1 Bloque 4 Lab Robótica Área Comunes		40	2	0.08	8	0.64
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Piso 2 Bloque 4 Área Comunes		32	16	0.51	6	3.072
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T12	Piso 3 Bloque 4 Atear Comunes		40	6	0.24	6	1.44
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T12	Piso 3 Bloque 4 Lab Tecnología		75	4	0.30	10	3
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Piso 3 Bloque 4 Lab Tecnología		32	28	0.90	10	8.96
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Piso 3 Bloque 4 Lab Tecnología (Oficinas)		32	4	0.13	8	1.024
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T12	Piso 3 Bloque 4 Lab Tecnología (Oficinas)		40	4	0.16	5	0.8
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Piso 3 Bloque 4 Lab Tecnología (Sala)		32	4	0.13	2	0.256
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Piso 3 Bloque 4 Lab Tecnología (Oficina)		32	8	0.26	8	2.048
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T12	Piso 3 Bloque 4 Lab Tecnología (Área común)		40	2	0.08	8	0.64
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Piso 4 Bloque 4 Lab Lab Electrónica		32	4	0.13	8	1.024
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T12	Piso 5 Bloque 4 Áreas Comunes		40	6	0.24	10	2.4
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Piso 5 Bloque 4 Área Software Electrónica		32	4	0.13	10	1.28
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T12	Piso 5 Bloque 4 Área Software Electrónica		40	4	0.16	10	1.6
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Piso 5 Bloque 4 Área Software Electrónica Salón		32	22	0.70	10	7.04
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Piso 5 Bloque 4 Área Lab Industrial Áreas Comunes		32	8	0.26	10	2.56
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Piso 5 Bloque 4 Área Lab Industrial		32	16	0.51	10	5.12
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Piso 5 Bloque 4 Área Lab Industrial Software Aplicado		32	24	0.77	10	7.68
Iluminación	Haluro_Metalico	Piso1Bloque 5 Área común		200	3	0.60	8	4.8
Iluminación	Haluro_Metalico	Piso1Bloque 5 Lab Estructuras Hidráulicas		200	5	1.00	11	11
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Piso1Bloque 5 Lab Suelos Pavimentos y Concretos		32	4	0.13	10	1.28
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T12	Piso1Bloque 5 Lab Suelos Pavimentos y Concretos		40	4	0.16	10	1.6
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T12	Piso 2 Bloque 5 Áreas Comunes		40	9	0.36	12	4.32
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Piso 2 Bloque 5 Áreas Comunes		32	20	0.64	12	7.68
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Piso 2 Bloque 5 Salón 205 lab Física Mecánica		32	14	0.45	14	6.272
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T12	Piso 2 Bloque 5 Salón 205 lab Física Mecánica		40	10	0.40	14	5.6
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T12	Piso 2 Bloque 5 Oficina Soporte Software y Química		40	4	0.16	5	0.8
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Piso 2 Bloque 5 Lab Química Básica		32	12	0.38	2	0.768
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T12	Piso 2 Bloque 5 Lab Química Básica		40	8	0.27	2	1.44
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T12	Piso 2 Bloque 5 Salón 202		40	16	0.64	6	3.84
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T12	Piso 2 Bloque 5 Lab Circuitos Impresos		40	4	0.16	6	0.96
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Piso 2 Bloque 5 Lab 202		32	2	0.06	5	0.32
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T12	Piso 2 Bloque 5 Lab 202		40	14	0.56	5	2.8
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Piso 3 Bloque 5 Áreas Comunes		32	6	0.19	5	0.96
Iluminación	LFC	Piso 3 Bloque 5 Áreas Comunes		17	5	0.09	5	0.425
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Piso 3 Bloque 5 Salon 302		32	9	0.29	9	2.592
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Piso 3 Bloque 5 Salon Informática 303		32	9	0.29	9	2.592
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Piso 3 Bloque 5 Salon 304		32	12	0.38	8	3.072
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Piso 3 Bloque 5 Salon 301		32	18	0.58	12	6.912
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Piso 3 Bloque 5 Salon 302		32	12	0.38	8	3.072
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Piso 3 Bloque 5 Salon 306		32	14	0.45	8	3.584
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Piso 1 Bloque 5 Lab Muestras Concreto		32	8	0.26	12	3.072
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Piso 1 Bloque 5 Depósito		32	6	0.19	12	2.304
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Piso 1 Bloque 5 Área Común		32	4	0.13	6	0.768
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T12	Piso 1 Bloque 5 Área Común		75	2	0.15	14	2.1
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Piso 1 Bloque 5 Salón de profesores		32	4	0.13	7	0.896
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Piso 1 Bloque 5 Lab Software Aplicado		32	8	0.26	8	2.048
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T12	Piso 1 Bloque 5 Lab Software Aplicado		75	2	0.15	8	1.2
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T12	Piso 1 Bloque 5 Área Común		40	2	0.08	5	0.4
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Piso 1 Bloque 5 Salon X		32	12	0.38	8	3.072
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Piso 1 Bloque 5 Área Común		32	4	0.13	8	1.024
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T12	Piso 1 Bloque 5 Red de Datos		40	4	0.16	1	0.16
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Piso 1 Bloque 6 Baños		32	4	0.13	1	0.128
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Piso 1 Bloque 6 Decanatura		32	44	1.41	14	19.712
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Piso 2 Bloque 6 Coordinación		32	42	1.34	14	18.816
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T12	Piso 2 Bloque 6 Coordinación		40	20	0.80	14	11.2

Tabla 52. Potencia total instalada y energía consumida en el bloque 7 y 9

EQUIPO	ÁREA O PROCESO	POTENCIA (HP)	POTENCIA (W)	CANTIDAD	POTENCIA TOTAL (kW)	TIEMPO DE OPERACIÓN (horas/día)	CONSUMO (kWh/día)
Fluorescente_Tubular_T8	Piso 2 Automatización y control (Hidráulica)		32	16	0.51	5	2.56
Fluorescente_Tubular_T8	Piso 2 Automatización y control (Neumática)		32	16	0.51	10	5.12
Fluorescente_Tubular_T8	Piso 2 Automatización y control (Sula de Software)		32	16	0.51	8	4.096
Fluorescente_Tubular_T8	Piso 2 Automatización y control (Oficina Auxiliares técnicas)		32	4	0.13	12	1.536
Fluorescente_Tubular_T12	Piso 2 Automatización y control (Oficina Profesores)		40	4	0.16	8	1.28
Fluorescente_Tubular_T8	Piso 2 Automatización y control (Lab Metalografía)		32	4	0.13	6	0.768
Fluorescente_Tubular_T8	Piso 2 Bloque 7 y 8 Sala de Estudio		17	220	3.74	12	44.88
LFC	Piso 2 Bloque 7 y 8 Sala de Estudio		17	12	0.20	8	1.632
Fluorescente_Tubular_T8	Piso 2 Bloque 9 Atear Comunes		32	8	0.26	6	1.536
Fluorescente_Tubular_T8	Piso 2 Bloque 9 Sulon 206		32	12	0.38	9	3.456
Fluorescente_Tubular_T8	Piso 2 Bloque 9 Sulon 205		32	12	0.38	9	3.456
Fluorescente_Tubular_T8	Piso 2 Bloque 9 Sulon 204		32	12	0.38	9	3.456
Fluorescente_Tubular_T8	Piso 2 Bloque 9 Comunicación y Cultura		32	4	0.13	12	1.536
Fluorescente_Tubular_T8	Piso 2 Bloque 9 Sulon 203		32	12	0.38	9	3.456
Fluorescente_Tubular_T8	Piso 2 Bloque 9 Sulon 202		32	12	0.38	9	3.456
Fluorescente_Tubular_T8	Piso 2 Bloque 9 Sulon 201		32	12	0.38	9	3.456

Tabla 53. Potencia total instalada y energía consumida en el bloque 4, 5

USO FINAL DE ENERGÍA	EQUIPO	ÁREA O PROCESO	POTENCIA (HP)	POTENCIA (W)	CANTIDAD	POTENCIA TOTAL (kW)	TIEMPO DE OPERACIÓN (horas/día)	CONSUMO (kWh/día)	
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Piso 5 Área común			32	6	0.19	6	1.152
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T12	Piso 5 Bloque 4 Áreas Comunes			40	6	0.24	10	2.4
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Piso 5 Bloque 4 Área Software Electrónica			32	4	0.13	10	1.28
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T12	Piso 5 Bloque 4 Área Software Electrónica			40	4	0.16	10	1.6
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Piso 5 Bloque 4 Área Software Electrónica Salón			32	22	0.70	10	7.04
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Piso 5 Bloque 4 Área Lab Industrial Áreas Comunes			32	8	0.26	10	2.56
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Piso 5 Bloque 4 Área Lab Industrial			32	16	0.51	10	5.12
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Piso 5 Bloque 4 Área Lab Industrial Software Aplicado			32	24	0.77	10	7.48
Iluminación	Haluro_Metalico	Piso1Bloque 5 Área común			200	8	0.60	8	4.8
Iluminación	Haluro_Metalico	Piso1Bloque 5 Lab Estructuras Hidráulicas			200	5	1.00	11	1.1
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Piso1Bloque 5 Lab Suelos Pavimentos y Concretos			32	4	0.13	10	1.28
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T12	Piso1Bloque 5 Lab Suelos Pavimentos y Concretos			40	4	0.16	10	1.6
Iluminación	Haluro_Metalico	Piso 1 Bloque 5 Lab Alta tensión			200	4	0.80	12	9.6
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T12	Piso 1 Bloque 5 Lab Topografía			40	8	0.32	6	1.92
Iluminación	LFC	Piso 1 Bloque 5 Lab Topografía			17	1	0.02	12	0.204
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T12	Piso 1 Bloque 5 Miscelánea			40	6	0.24	12	2.88
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T12	Piso 2 Bloque 5 Áreas Comunes			40	9	0.36	12	4.32
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Piso 2 Bloque 5 Áreas Comunes			32	20	0.64	12	7.68
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Piso 2 Bloque 5 Salón 205 lab Física Mecánica			32	14	0.45	14	6.272
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T12	Piso 2 Bloque 5 Salón 205 lab Física Mecánica			40	10	0.40	14	5.6
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T12	Piso 2 Bloque 5 Oficina Soporte Software y Química			40	4	0.16	5	0.8
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Piso 2 Bloque 5 Lab Química Básica			32	12	0.38	2	0.768
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T12	Piso 2 Bloque 5 Lab Química Básica			40	18	0.72	2	1.44
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T12	Piso 2 Bloque 5 Salón 202			40	16	0.64	6	3.84
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T12	Piso 2 Bloque 5 Lab Circuitos Impresos			40	4	0.16	6	0.96
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Piso 2 Bloque 5 Lab 202			32	2	0.06	5	0.32
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T12	Piso 2 Bloque 5 Lab 202			40	14	0.56	5	2.8
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Piso 3 Bloque 5 Áreas Comunes			32	6	0.19	5	0.96
Iluminación	LFC	Piso 3 Bloque 5 Áreas Comunes			17	5	0.09	5	0.425
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Piso 3 Bloque 5 Salon 302			32	9	0.29	9	2.592
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Piso 3 Bloque 5 Salon Informática 303			32	9	0.29	9	2.592
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Piso 3 Bloque 5 Salon 304			32	12	0.38	8	3.072
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Piso 3 Bloque 5 Salon 301			32	18	0.58	12	6.912
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Piso 3 Bloque 5 Salon 302			32	12	0.38	8	3.072
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Piso 3 Bloque 5 Salon 306			32	14	0.45	8	3.584
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Piso 1 Bloque 5 Lab Muestras Concreto			32	8	0.26	12	3.072
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Piso 1 Bloque 5 Depósito			32	6	0.19	12	2.304
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Piso 1 Bloque 5 Área Común			32	4	0.13	6	0.768
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T12	Piso 1 Bloque 5 Área Común			75	2	0.15	14	2.1
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Piso 1 Bloque 5 Salón de profesores			32	4	0.13	7	0.896
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Piso 1 Bloque 5 Lab Software Aplicado			32	8	0.26	8	2.048
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T12	Piso 1 Bloque 5 Lab Software Aplicado			75	2	0.15	8	1.2
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T12	Piso 1 Bloque 5 Área Común			40	2	0.08	5	0.4
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Piso 1 Bloque 5 Salon X			32	12	0.38	8	3.072
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Piso 1 Bloque 5 Área Común			32	4	0.13	8	1.024

Tabla 54. Potencia total instalada y energía consumida en el bloque 11 y 12 gimnasio

USO FINAL DE ENERGÍA	EQUIPO	ÁREA O PROCESO	POTENCIA (HP)	POTENCIA (W)	CANTIDAD	POTENCIA TOTAL (kW)	TIEMPO DE OPERACIÓN (horas/día)	CONSUMO (kWh/día)	
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Piso 1 Bloque 10 Gimnasio			32	24	0.77	14	10.752

USO FINAL DE ENERGÍA	EQUIPO	ÁREA O PROCESO	POTENCIA (HP)	POTENCIA (W)	CANTIDAD	POTENCIA TOTAL (kW)	TIEMPO DE OPERACIÓN (horas/día)	CONSUMO (kWh/día)	
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T12	Piso 1 Bloque 11 Duchas Gimnasio			40	4	0.16	1	0.16
Iluminación	LFC	Piso 1 Bloque 11 Y 12 Lab Control Eléctrico			17	8	0.14	12	1.632
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Piso 1 Bloque 11 Y 12 Lab Bombas taller Soldaduras			32	44	1.41	12	16.896
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Piso 1 Bloque 11 Y 12 Lab Bombas taller Soldaduras			17	6	0.10	8	0.816
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T12	Piso 1 Bloque 11 Y 12 Lab Bombas taller Soldaduras			40	4	0.16	8	1.28
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Piso 1 Bloque 11 Y 12 taller Máquinas y Herramientas			32	62	1.98	12	23.808
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Piso 1 Bloque 11 Y 12 taller Máquinas y Herramientas			32	16	0.51	12	6.144
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T12	Piso 1 Bloque 11 Y 12 taller Máquinas y Herramientas			40	8	0.32	12	3.84
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Piso 2 Bloque 11 Y 12 Lab Electrónica			32	16	0.51	12	6.144
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T12	Piso 2 Bloque 11 Y 12 Lab Electrónica			40	36	1.44	12	17.28
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Piso 2 Bloque 11 Y 12 Áreas Comunes			32	32	1.02	6	6.144
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Piso 2 Bloque 11 Y 12 Lab Comunicaciones Inalámbricas			32	44	1.41	9	12.672
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Piso 2 Bloque 11 Y 12 Lab Sistemas distribuidos			32	24	0.77	12	9.216
Iluminación	LFC	Piso 2 Bloque 11 Y 12 Áreas Comunes			17	8	0.14	5	0.68
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T12	Piso 2 Bloque 11 Y 12 Salón 201			40	16	0.64	12	7.68
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T12	Piso 2 Bloque 11 Y 12 Aula Multiple			40	16	0.64	12	7.68
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T12	Piso 2 Bloque 11 Y 12 Salón 202			40	16	0.64	12	7.68
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T12	Piso 2 Bloque 11 Y 12 Salón 203			40	16	0.64	12	7.68
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Piso 2 Bloque 11 Y 12 Sala de Auto aprendizaje			32	18	0.58	6	3.456
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T12	Piso 2 Bloque 11 Y 12 Sala de Auto aprendizaje			40	10	0.40	5	2
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Piso 2 Bloque 11 Y 12 Aula 104			32	10	0.32	8	2.56
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T12	Piso 2 Bloque 11 Y 12 Aula 104			40	6	0.24	8	1.92

Tabla 55. Potencia total instalada y energía consumida en el bloque 13

USO FINAL DE ENERGÍA	EQUIPO	ÁREA O PROCESO	POTENCIA (HP)	POTENCIA (W)	CANTIDAD	POTENCIA TOTAL (kW)	TIEMPO DE OPERACIÓN (horas/día)	CONSUMO (kWh/día)
Iluminación	LFC	Piso 1 Bloque 13 Cafetería	17	22	0.37	12	4.488	
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Piso 1 Bloque 13 Cafetería	32	16	0.51	12	6.144	
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Piso 2 Bloque 13 Deportes	32	40	1.28	12	15.36	
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T12	Piso 2 Bloque 13 Deportes	40	4	0.16	1	0.16	
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Piso 1 Bloque 13 Unidad Extensión Aren Común	32	24	0.77	16	12.288	
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Piso 1 Bloque 13 Unidad Extensión Consultorio Médico	32	4	0.13	12	1.536	
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T12	Piso 1 Bloque 13 Unidad Extensión Consultorio Médico	40	4	0.16	12	1.92	
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Piso 1 Bloque 13 Unidad Extensión Coor Bienestar	32	2	0.06	12	0.768	
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Piso 1 Bloque 13 Unidad Extensión Psicología	32	2	0.06	12	0.768	
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Piso 1 Bloque 13 Unidad Extensión Oficina	32	36	1.15	12	13.824	
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Piso 1 Bloque 13 Unidad Extensión Consultorio Odontológico	32	8	0.26	12	3.072	
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Piso 1 Bloque 13 Unidad Extensión Oficina Entrada	32	4	0.13	8	1.024	
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Piso 2 Bloque 13 Áreas Comunes	32	6	0.19	6	1.152	
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Piso 2 Bloque 13 Sula informática	32	92	2.94	14	41.216	
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Piso 3 Bloque 13 Sula profesores	32	8	0.26	5	1.28	
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Piso 3 Bloque 13 Sula profesores	17	10	0.17	5	0.85	
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Piso 3 Bloque 13 Sula profesores Áreas Comunes	17	120	2.04	12	24.48	
Iluminación	LFC	Piso 3 Bloque 13 Sula profesores Áreas Comunes	17	34	0.58	14	8.092	
Iluminación	LFC	Piso 3 Bloque 13 Sula profesores Oficinas	17	116	1.97	8	15.776	

Dentro del inventario realizado también se inventariaron las luminarias que se encontraban dañadas, existe un alto porcentaje de lámparas dañadas, el cual es de 240 lo cual representa un 8% del total dañadas.

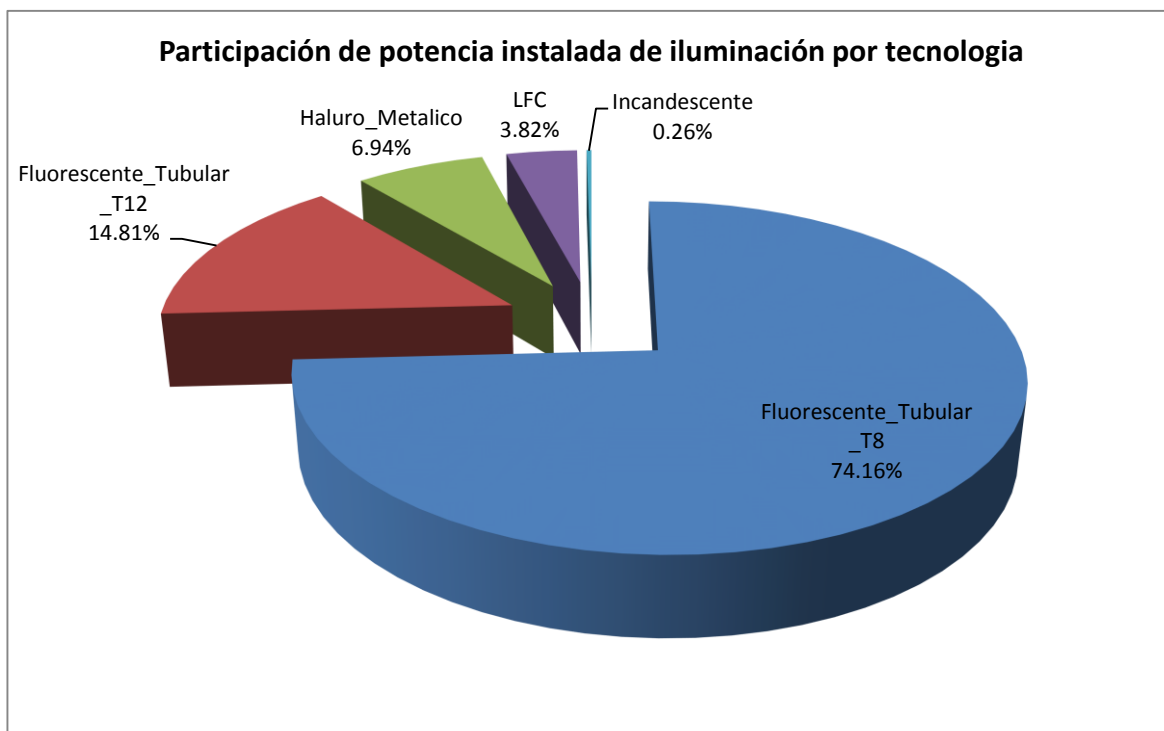
La tabla siguiente resume la potencia instalada y la energía consumida por tipo de lámpara, nótese que la capacidad total instalada por este concepto es de 92.15kW.

Tabla 56. Potencia total instalada y energía consumida por tipo de lámpara

EQUIPO	Datos		
	POTENCIA TOTAL (kW)	CONSUMO DE ENERGIA(kWh/día)	CANTIDAD BOMBILLOS
Fluorescente_Tubular_T8	68.34	713.06	2432
Fluorescente_Tubular_T12	13.65	119.60	329
Haluro_Metalico	6.40	37.40	32
LFC	3.52	32.95	207
Incandescente	0.24	0.48	4
Total general	92.15	903.48	3004

La figura siguiente muestra gráficamente la participación por tecnología, las lámparas Fluorescente T8 son las que presentan mayor potencia instalada con una participación del 74.16%, seguido por las fluorescentes T12 con el 14.81%.

Figura 46. Participación por potencia instalada en iluminación por tecnología



El Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público – RETILAP, establece condiciones mínimas, máximas y promedio de los niveles de iluminación en diferentes áreas, la tabla siguiente muestra específicamente estos niveles en las áreas de oficina, áreas generales y zonas más específicas.

La medición de los niveles de iluminación se realizó para el edificio Natura el cual se encuentra ubicado en la sede candelaria de la universidad Distrital en horas de la mañana (10:00 am a 11:30 am) en un día soleado. La iluminación de los lugares medidos estaba encendida; el sistema de luminaria encontrada en la mayoría de lugares medidos fue luminaria de 2 tubos Fluorescentes de 32 Watts T8.

Se maneja la siguiente convención para los puntos medidos de iluminación

	Cumple RETILAP
	No Cumple RETILAP
	Fuente de iluminación Natural (ventana)

Según el reglamento técnico de iluminación y alumbrado público los niveles de iluminación en salones de clase en centros educativos debe encontrarse entre 300 y 1000 (lx).

Bloque 1 salon 101		
391	233	441
292	247	445
654	590	589
654	564	533
454	1099	482
1193	1234	1235

- Niveles de iluminación que se encuentra dentro del rango permitido
- Distribución de niveles de iluminación normal
- Máximos niveles de iluminación cerca de Ventanas (por ser fuentes naturales pueden pasar de 1000(lx))

bloque 2 201		
236	183	146
271	189	62
159	170	89
219	349	307
785	815	449
652	1776	491

- Niveles de iluminación no se encuentran dentro del rango permitido.
- Distribución de niveles de iluminación no muy buena (Debería ser más uniforme)
- Máximos niveles de iluminación cerca de Ventanas (por ser fuentes naturales pueden pasar de 1000(lx))

bloque 2 202		
175	353	403
600	683	626
812	832	804
1034	1000	983
1544	1600	1122
1650	1324	1756

- Niveles de iluminación que se encuentra dentro del rango permitido
- Distribución de niveles de iluminación normal
- Máximos niveles de iluminación cerca de Ventanas (por ser fuentes naturales pueden pasar de 1000(lx))

Bloque 2 203		
382	399	391
466	390	210
440	242	286
1013	893	786
1190 --		927

Bloque1 201		
182	150	134
24	48	69
26	77	16
65	51	126
123	53	114
486	556	235

Bloque 3 301		
156	141	118
141	241	244
251	287	201
215	515	170
132	365	42

Bloque 9 Salon 101		
473	400	408
210	293	492
475	330	433
515	516	448
578	515	569

Bloque 12 Taller de Mecánica	
198	146
379	180
365	213
307	421
421	458
442	407
427	387

Laboratorio Ve Electrónica. Piso 4 Bloque 4				
312	170	169	243	282
172	194	58	63	65
288	388	270	61	156

Laboratorio Industrial Bloque 4			
160	150	261	210
241	257	260	270
180	217	233	281
185	252	181	309

Audiovisuales Bloque 9		
343	165	268
225	118	91
113	276	226

Para los recintos medidos anteriormente se encuentra que:

- Los niveles de iluminación no cumplen con las especificaciones mínimas definidas en RETILAP.
- No existe uniformidad en la distribución de los niveles de iluminación.
- La tecnología utilizada es obsoleta.
- Los niveles de iluminación más altos se encuentran en los pisos superiores. los niveles más bajos se encuentran en los pisos inferiores
- La distribución de iluminación en el edificio Natura en salones de clase no satisface las condiciones que permiten una distribución de luz artificial de una manera uniforme, esto se debe en gran medida a la forma con que se encuentra colocada la iluminación en un techo el cual está diseñado

Dado lo anterior en resumen de las evaluaciones realizadas y considerando el concepto de confort visual el cual es muy importante para evitar la posibilidad de la tensión ocular y dolores de cabeza, por lo que es necesario limitar la intensidad de luz o posibles fuentes e deslumbramiento en el campo visual, o en su defecto los niveles bajos

de iluminación también producen cansancio visual y dolor de cabeza, además que agota y esfuerza el ojo. En los espacios de enseñanza o salones de clase, es necesario un nivel mínimo de iluminancia y una uniformidad de iluminación relativamente alta, caso que para la muestra de salones evaluados no se está presentando, ya que en las áreas de las ventanas dada la iluminación exterior alcanza niveles por encima de los 1000 lx, y en los sitios alejados de las ventanas baja hasta por debajo de los niveles mínimos requeridos de 300 lx, esto genera una uniformidad baja como se muestra en las tablas anteriores, esto lleva a que es necesario equilibrar poniendo persianas en las ventanas a fin de controlar el deslumbramiento por la luz del sol y cambiar las lámparas de iluminación artificial, asegurando mínimo 300 lx en los salones de clase, se evidencia además el alto uso de lámparas T12 con balasto electromagnético, el cual presenta un efecto estroboscópico y los niveles de iluminación que emite la fuente de luz es baja comparada con otras tecnologías fluorescentes y la depreciación lumínica es considerable en función del tiempo, por tanto la mejor recomendación es sustituir este tipo de tecnología por fluorescente tubular T8 o T5 ya que debido al balasto electrónico que traen no presenta el efecto estroboscópico, y la depreciación luminosa no disminuye del 80% en la vida útil de la lámpara.

5.5.2 Otros equipos

En la sección anterior, se describe el inventario de equipos ofimáticos y otros equipos, la participación de equipos ofimáticos se resume en la siguiente tabla. Se nota que el uso de los computadores es masivo en las instalaciones, a partir de las visitas de recorrido se evidencia que varios de los funcionarios y estudiantes no apagan o ponen en modo hibernar los computadores, en esta medida o buena práctica existe un ahorro potencial de energía, considerando que el uso de los equipos ofimáticos participan con el 25.3% del consumo de energía eléctrica.

Tabla 57. Participación del consumo de los equipos ofimáticos

EQUIPO	POTENCIA TOTAL (kW)	CONSUMO DE ENERGIA(kWh/día)	CANTIDAD
PC monitor LCD	31.35	308.77	448
PC monitor CRT	6.46	59.27	72
Rack de Comunicaciones	0.70	15.65	6
UPS	0.60	14.40	6
Servidor	0.35	8.40	3
Cajero Automático	0.20	4.80	1
Video Beam	1.75	2.81	12
Impresora de tinta	1.55	2.47	15
Alarma	0.05	1.20	1
DVR	0.04	0.96	1
Impresora multifuncional T	1.40	0.87	14
Escáner	0.30	0.22	3
Plotter	0.20	0.20	1
Impresora Laser	0.10	0.00	1
Total general	45.05	420.01	584

5.6 DETERMINACIÓN DE POTENCIALES DE EFICIENCIA ENERGÉTICA

5.6.1 SISTEMA DE ILUMINACIÓN

Dado que el porcentaje de participación de lámparas T12 es alto, y considerando sustituir las lámparas T12 por Fluorescente T8 (32 y 17 W), se obtendrían algunos ahorros en potencia instalada como en consumo de energía, la tabla siguiente muestra el consumo por tecnología.

Tabla 58. Potencia instalada y energía consumida con sustitución

EQUIPO	POTENCIA TOTAL (kW)	CONSUMO DE ENERGIA(kWh/día)	CANTIDAD BOMBILLOS
Fluorescente_Tubular_T8	68.49	713.07	2433
Fluorescente_Tubular_T12	13.65	119.60	329
Haluro_Metalico	6.40	37.40	32
LFC	3.52	32.95	207
Incandescente	0.24	0.48	4
Total general	92.30	903.50	3005

Considerando 2 escenarios de sustitución, los cuales están definidos por:

- Escenario 1: Sustitución de luminarias con lámparas T12 por luminarias especulares con lámparas T8 (las T12 de 40 W por T8 de 32 W y las de 75 W T12 por 54 W en T8).

- Escenario 2: Sustitución de luminarias con lámparas T12 por luminarias especulares con lámparas LED (las T12 de 40 W por LED de 17 W y las de 75 W T12 por 36 W en LED).

Tabla 59. Potencial de ahorro día escenario 1

EQUIPO	CANTIDAD BOMBILLOS	SUSTITUCIÓN 1		ESCENARIO 1 (T8)	
		POTENCIA TOTAL (kW)	CONSUMO DE ENERGIA(kWh/día)	AHORRO EN POTENCIA (kW)	AHORRO EN ENERGÍA (kWh)
Fluorescente_Tubular_T8	2433	68.49	713.07	0.00	0.00
Fluorescente_Tubular_T12	329	10.21	89.48	3.44	30.12
Haluro_Metalico	32	6.40	37.40	0.00	0.00
LFC	207	3.52	32.95	0.00	0.00
Incandescente	4	0.24	0.48	0.00	0.00
Total general	3005	88.86	873.38	3.444	30.12

Tabla 60. Potencial de ahorro día escenario 2

EQUIPO	CANTIDAD BOMBILLOS	SUSTITUCIÓN 2		ESCENARIO 2 (LED)	
		CONSUMO DE ENERGIA(kWh/día)	AHORRO EN POTENCIA (kW)	AHORRO EN POTENCIA (kW)	AHORRO EN ENERGÍA (kWh)
Fluorescente_Tubular_T8	2433	68.49	713.07	0.00	0.00
Fluorescente_Tubular_T12	329	5.86	51.23	7.79	68.37
Haluro_Metalico	32	6.40	37.40	0.00	0.00
LFC	207	3.52	32.95	0.00	0.00
Incandescente	4	0.24	0.48	0.00	0.00
Total general	3005	84.51	835.13	7.79	68.37

A partir de las anteriores opciones de sustitución se logra con el escenario 1 un ahorro potencial de 2.18 % y un ahorro potencial del 4.96% para el escenario 2.

En cuanto a buenas prácticas en los sistemas de iluminación consideramos lo siguiente:

- Usar más la luz natural. Abrir las cortinas y persianas para aprovechar al máximo la luz natural durante las labores diarias que así lo permitan, principalmente en las oficinas administrativas.
- Elaborar un plan de mantenimiento y limpieza para las lámparas y luminarias. La calidad del alumbrado disminuye si las lámparas y los accesorios no están limpios. Las capas de polvo sobre lámparas y reflectores disminuyen la salida de la luz, por lo que deben limpiarse por lo menos una vez al año.

- Las luminarias fluorescentes T12 pierden su luminosidad a medida que disminuye su vida útil. Se deben reemplazar de conformidad con las especificaciones técnicas que proporciona el fabricante. Las fluorescentes modernas, como las T8 y T5, mantienen una mejor luminosidad durante su vida útil. Es decir tienen menor depreciación lumínica.
- Utilizar colores claros en paredes, cielorraso y pisos. Los colores claros reflejan más luz en los espacios interiores. Con una selección apropiada de ellos para paredes, cielorrasos y pisos, se pueden disminuir considerablemente las necesidades de iluminación.
- Apagar las luces que no se estén utilizando. Cuando se tienen áreas con horarios fijos bien establecidos se debe reducir al máximo las horas de uso de la iluminación artificial.
- Usar luces de tarea. Para ciertos trabajos se puede reducir la luz de fondo y trabajar con una que enfoque en el punto específico de trabajo, por ejemplo, en los escritorios de oficinas o en mesas de lectura.
- Reemplazar las luces incandescentes por fluorescentes compactas. La lámpara fluorescente resulta la más económica a mediano y largo plazo; casi todas las luces pueden ser sustituidas sin ningún cambio notable en las instalaciones existentes. Las lámparas fluorescentes compactas estándar no son atenuables, por lo que no pueden utilizarse con dimmers o interruptores con luz piloto, aunque actualmente ya es factible adquirir modelos diseñados específicamente para ser usados con éstos.

5.6.2 EQUIPOS OFIMÁTICOS

En el tema de manejo de equipos ofimáticos, la medida de ahorro que más impacta en la disminución del consumo de energía en los computadores es apagar o poner en estado de hibernar los computadores en las horas del almuerzo y a la salida del funcionario o estudiante, implementando esta medida o buena práctica operativa, se estima un ahorro potencial de 7.62 % en el consumo de energía en computadores, pasando de 420.01 kWh/día a 315 kWh/día por el uso de equipos ofimáticos.

Tabla 61. Potencia instalada y energía consumida de equipos ofimáticos

EQUIPO	POTENCIA TOTAL (kW)	CONSUMO DE ENERGIA(kWh/día)	CANTIDAD
PC monitor LCD	31.35	308.77	448
PC monitor CRT	6.46	59.27	72
Rack de Comunicaciones	0.70	15.65	6
UPS	0.60	14.40	6
Servidor	0.35	8.40	3
Cajero Automático	0.20	4.80	1
Video Beam	1.75	2.81	12
Impresora de tinta	1.55	2.47	15
Alarma	0.05	1.20	1
DVR	0.04	0.96	1
Impresora multifuncional T	1.40	0.87	14
Escáner	0.30	0.22	3
Plotter	0.20	0.20	1
Impresora Laser	0.10	0.00	1
Total general	45.05	420.01	584

Además se propone sustituir los actuales monitores CRT por tipo LED, y gradualmente los de tipo LCD por tipo LED ya que el consumo es mucho menor.

Figura 47. Potencial de ahorro por sustitución de monitores CRT y LCD por LED

EQUIPO	CANTIDAD	SUSTITUCIÓN 1		ESCENARIO 1 (CRT+LED)	
		POTENCIA TOTAL (kW)	CONSUMO DE ENERGIA(kWh/día)	AHORRO EN POTENCIA (kW)	AHORRO EN ENERGÍA (kWh)
PC monitor LCD	448	13.44	132.33	17.91	176.435
PC monitor CRT	72	2.16	19.77	4.3	39.5
Rack de Comunicaciones	6	0.7	15.65	0	0
UPS	6	0.6	14.4	0	0
Servidor	3	0.35	8.4	0	0
Cajero Automático	1	0.2	4.8	0	0
Video Beam	12	1.75	2.81	0	0
Impresora de tinta	15	1.55	2.465	0	0
Alarma	1	0.05	1.2	0	0
DVR	1	0.04	0.96	0	0
Impresora multifuncional Tinta	14	1.4	0.866	0	0
Escáner	3	0.3	0.22	0	0
Plotter	1	0.2	0.2	0	0
Impresora Laser	1	0.1	0.001	0	0
Total general	584	22.8	204.1	22.21	215.9

Existen otras medidas de ahorro mediante buenas prácticas operativas las cuales son fáciles de implementar en los puestos de trabajo:

- Configurar los modos de ahorro de energía de los equipos en stand-by o hibernar para evitar consumos innecesarios fuera del horario laboral de la oficina.

- Al acabar la jornada laboral, muchos ordenadores, monitores e impresoras siguen consumiendo energía aunque nadie los use al permanecer en posición stand-by (con el piloto luminoso encendido), e incluso aunque estén apagados del todo, por el simple hecho de permanecer conectados a la red. Algunos dispositivos ópticos, como teclados o ratones, siguen también encendidos aunque se haya apagado el ordenador. Por eso es importante desconectar todos los equipos por completo de la red.
- Para evitar estos “consumos fantasma” tan habituales en una oficina y asegurarse de que no se producen consumos de energía innecesarios en modo espera durante las ausencias nocturnas, festivos y fines de semana, se recomienda conectar todos los equipos de una zona de trabajo en una base de enchufes múltiple, o multitomas, con interruptor, de manera que al acabar la jornada laboral se puedan apagar todos a la vez de la toma de corriente pulsando el interruptor de la regleta.
- Al ajustar el brillo de la pantalla a un nivel medio se ahorra entre un 15-20% de energía. Con el brillo a un nivel bajo, fijado así en muchos portátiles por defecto cuando funcionan con la batería, el ahorro llega hasta el 40%
- Elegir imágenes con colores oscuros para el fondo de pantalla del escritorio. En promedio, una página blanca requiere 74 W para desplegarse, mientras que una oscura necesita sólo 59 W (un 25% de energía menos).
- El salvapantallas que menos energía consume es el de color negro, ahorra una media de 7,5 Wh frente a cualquier salvapantallas animado. Es recomendable configurarlo para que se active tras 10 minutos de inactividad.
- Al imprimir o fotocopiar documentos, es conveniente acumular los trabajos de impresión (ya que durante el encendido y apagado de estos equipos es cuando más energía se consume), y realizar los trabajos de impresión a doble cara y en calidad de borrador. Además de papel, se ahorra también energía, agua y tóner/tinta. Los empleados deberán asegurarse que los equipos permanecen correctamente apagados al finalizar la jornada laboral.

5.7 GESTIÓN DE INDICADORES

En la mayoría de las instalaciones o edificaciones públicas no hay una administración que tome en consideración los temas de Eficiencia Energética; esto significa que el consumo de energía para satisfacer las distintas necesidades de las instituciones (según su funcionalidad) es desconocida, es decir, no hay políticas, recursos e incentivos para hacerla eficiente. Por esta razón, es posible que se esté incurriendo en mayores costos económicos y/o insatisfacción de los funcionarios con las condiciones medioambientales de trabajo.

En la gestión de la eficiencia energética se requiere medir y evaluar continuamente el comportamiento de las variables de control y en general de las acciones en relación con

estrategias y objetivos para alcanzar una meta o potencial ahorro en el consumo de energía, por lo tanto los indicadores son relaciones y cantidades que pueden ser definidos en diversos ámbitos con los siguientes objetivos:

- Hacer un seguimiento de los cambios y tendencias temporales de la eficiencia energética,
- Establecer comparaciones con otras edificaciones del sector oficial y privado a nivel nacional o internacional,
- Facilitar la toma de decisiones en materia de programas energéticos, y para valorar el desempeño de nuevas tecnologías.
- Realizar un seguimiento al nivel de impacto ambiental derivado del consumo energético.
- Total del consumo de energéticos consumidos en el país y generación de energía eléctrica, este indicador muestra los históricos de consumos de energía y su comportamiento.

Con el fin de implementar y hacer seguimiento de indicadores energéticos en la sede tecnológica de la Universidad Distrital es necesario implementar las bases de un programa de gestión integral de la energía, el cual debe iniciar con la selección de un grupo gestor. Este grupo debe ir conformado mínimo con un representante del grupo de mantenimiento, un profesional o tecnólogo del grupo operativo y un delegado de la administración. Las funciones de este grupo gestor entre otras es implementar, monitorear y hacer seguimiento a los indicadores energéticos, hacer seguimiento a las recomendaciones dadas en esta evaluación, difundir y capacitar a los funcionarios, docentes y estudiantes en el tema de buenas prácticas operativas, promover la toma de conciencia de las acciones y de los objetivos para asegurar una cultura de eficiencia u optimización del consumo de la energía a todo nivel mediante campañas de comunicación externa e interna y motivar al personal.

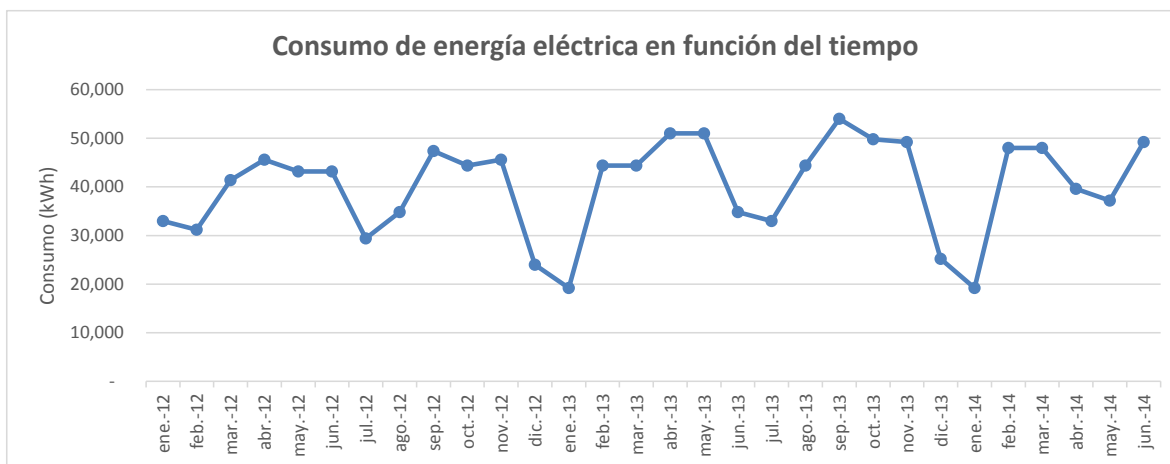
Algunos de los indicadores a implementar en la sede, son:

5.7.1.1 Consumo de energía eléctrica

Este indicador o tipo de indicadores, se determina a partir de la información de consumos totales de energía eléctrica. Este indicador está dado en unidades de kWh. Inicialmente se implementara mensualmente y a medida que se incluya el tema de gestión de energía y se acople el personal con la metodología de toma y seguimiento de información, a futuro llevarlo a valor diario.

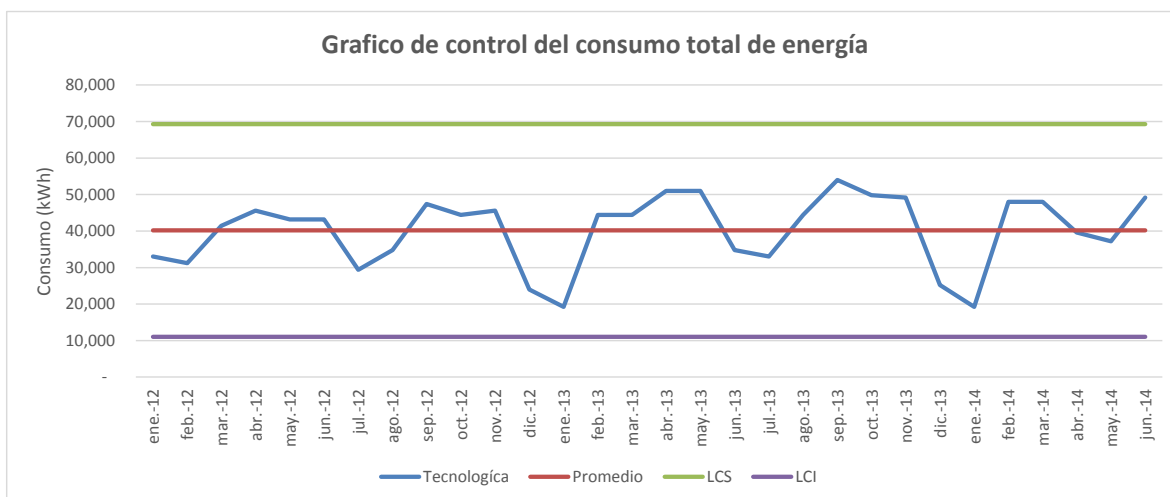
La figura siguiente muestra el consumo de energía eléctrica de enero de 2012 a junio de 2014, el comportamiento es cíclico y se presentan los menores consumos en los meses de receso educativo, mitad y final de año.

Figura 48. Consumo de energía eléctrica



La figura siguiente muestra el gráfico de control del consumo de energía eléctrica, esta figura muestra, los límites en los cuales se considera normal los consumos de energía, no obstante que al acercarse o sobrepasar los límites superiores conlleva a ineficiencias energéticas u operaciones anormales.

Figura 49. Gráfico de control del consumo de energía eléctrica



Este gráfico de control se usa como instrumento de autocontrol y resultan muy útiles como complemento a los diagramas causa y efecto, para detectar en cuales fases del proceso analizado se producen las alteraciones. La importancia de este tipo de gráficos de control es:

- Conocer si las variables evaluadas están bajo control o no.
- Conocer los límites en que se puede considerar la variable bajo control.

- Identificar los comportamientos que requieren explicación e identificar las causas no aleatorias que influyen en el comportamiento de los consumos.
- Conocer la influencia de las acciones correctivas sobre los consumos o costos energéticos.

5.7.1.2 Indicadores específicos de consumo

La tabla siguiente muestra los indicadores específicos de consumo a implementar en la sede tecnológica, estos indicadores se basan en experiencias internacionales implementados en este tipo de edificaciones en países como Chile, México y España. Los indicadores específicos propuestos son: Relación de consumo de energía por unidad de superficie construida, relación de consumo de energía por personal (funcionario, docente y estudiante), relación de consumo de energía por superficie y uso final de iluminación y la potencia instalada por iluminación de superficie construida: kW/m². Para el caso de la construcción del indicador específico por personal no se considera el número de estudiantes ya que es el total y no se puede comparar en el caso de vacaciones ya que el indicador sería muy elevado, no obstante se recomienda hacer seguimiento al número de visitantes o asistentes a la sede de la Universidad Distrital y validar el número total mensual, a fin de ajustar este indicador y poder hacer seguimiento.

A continuación se describen cada uno de los indicadores propuestos:

- Consumo de energía eléctrica: Dado en kWh, como primer acercamiento al seguimiento de esta variable se inicia con el registro que reporta en la factura la empresa comercializadora de energía, pero seguimiento al consumo es más efectivo si se hiciera semanalmente o diariamente, ya que se puede identificar acciones que incrementen el consumo de energía y se puede actuar de forma rápida y no se espera hasta que llegue la factura de energía el mes siguiente. La idea es que semana a semana el mismo día y a la misma hora o día a día a la misma hora se registre el consumo de energía mostrado en el contador de la empresa el cual se halla al inicio de la acometida principal.
- Consumo específico por personal: Esta dado en kWh/personal, este indicador se construye a partir de la información del consumo de energía y el personal que labora en la sede de la universidad, inicialmente se propone un indicador mensual, lo ideal es que dependiendo como se tome el valor del consumo de energía se registre este indicador, si el seguimiento se hace semanal, se debe reportar el número de empleados de la semana, para ajustar este indicador lo ideal sería registrar día a día el ingreso de visitantes, estudiantes y empleada a la sede de la universidad Distrital, y se relaciona con el consumo diario de energía eléctrica.
- Consumo específico por área: este es un indicador constante por el área de la edificación, la única variable es el consumo de energía, se utiliza para hacer un

seguimiento estático del consumo, está dado en kWh de establecimiento/área , donde se considera el área de la edificación.

- Consumo específico por iluminación: se evalúa a partir del consumo de energía por iluminación y el área de la edificación esta dado en kWh por iluminación/área.

Tabla 62. Indicadores específicos de consumo sede Tecnológica

Mes	Consumo de energía (kWh)	Consumo específico (kWh/personal)	Consumo específico por área (kWh/m2)	Consumo por iluminación (kWh/m2)
jul-13	33,000	397.59	2.94	1.59
ago-13	44,400	448.48	3.95	2.15
sep-13	54,000	545.45	4.81	2.61
oct-13	49,800	503.03	4.43	2.41
nov-13	49,200	496.97	4.38	2.38
dic-13	25,200	254.55	2.24	1.22
ene-14	19,200	231.33	1.71	0.93
feb-14	48,000	484.85	4.27	2.32
mar-14	48,000	484.85	4.27	2.32
abr-14	39,600	400.00	3.52	1.91
may-14	37,200	375.76	3.31	1.80
jun-14	49,200	496.97	4.38	2.38
Potencia instalada en iluminación			6.14	W/m2

Otras recomendaciones para llevar a cabo una exitosa gestión son:

- La periodicidad con que se llevará a cabo el seguimiento. El responsable del plan de mejora de la gestión energética de la sede tendrá que realizar un control periódico de los consumos energéticos de la sede.
- Los indicadores de seguimiento que se utilizarán para determinar el grado de implantación de las medidas hacia el objetivo en la evaluación de los resultados.
- Las principales herramientas de seguimiento con los que cuenta la organización serán, por un lado, el propio inventario de consumos de la oficina, y por otro el conjunto de indicadores (previamente definidos) generales y específicos para cada una de las medidas propuestas.

5.8 ESTRATEGIAS DE MEJORA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA

A partir de la caracterización energética realizada a las instalaciones de la sede Tecnológica, detallada en las secciones anteriores se pueden identificar las oportunidades de ahorro energético que se presentan.

Las propuestas que se detallarán a continuación se fundamentan en las mediciones realizadas y en la información recopilada en campo así como en el análisis desarrollado durante la visita de mediciones y las semanas posteriores.

Las opciones para ahorrar energía y mejorar la eficiencia de la institución son de tres tipos:

- A. Opciones con baja inversión y tiempos de recuperación menores a dos años. Se recomienda iniciar el plan o programa de eficiencia energética con estas opciones y generar la cultura de eficiencia energética en la institución, y así seguir con las opciones de tipo B y posteriormente C.
- B. Opciones con inversiones moderadas y tiempos de recuperación entre dos y tres años.
- C. Opciones con alta inversión y tiempos de recuperación superiores a tres años.

Se recomienda que estas opciones se implementen de manera progresiva siguiendo la secuencia propuesta para ganar en conciencia y conocimiento por parte de los funcionarios, docentes y estudiantes.

5.8.1 Opciones tipo A

- Establecimiento de indicadores sobre el consumo específico de energía por visitante y/o funcionario, y diseño e implementación de un plan de manejo de la energía con monitoreo mensual y diario a mediano plazo, de los indicadores de consumo los cuales según experiencias en otras entidades públicas, podrían ahorrar hasta el 4 % de la energía consumida en la institución con la participación de todo el personal.
- Se recomienda hacer seguimiento de los consumos de energía y de producción diariamente, con el fin de hacer el seguimiento y toma de medidas correctivas, ya que existe gran variabilidad del índice de consumo de energía eléctrica.
- Establecer un plan de mantenimiento preventivo, el cual incluya el monitoreo de consumos de voltaje y corriente de los equipos eléctricos, limpieza y lubricación de motores, bombas, contactores y tableros, luminarias y lámparas y demás piezas mecánicas.
- Establecer un programa de capacitación, divulgación y seguimiento en buenas prácticas operativas en equipos de iluminación y oficina.
- En iluminación, dado que esta representa el 54.3% del consumo total, para efectos de calidad de iluminación, se recomienda elaborar un plan de mantenimiento y limpieza para lámparas y luminarias ya que la suciedad disminuya la calidad del alumbrado.
- Identificar las áreas que presentan bajos niveles de iluminación y sustituir lámparas y/o luminarias defectuosas, que garanticen los mínimos niveles en estos recintos o espacios.
- Se recomienda hacer seguimiento a las opciones de buenas prácticas operacionales y sustituciones de T12 por T8 mencionadas en la sección 5.6.1.

5.8.2 Opciones tipo B

- Involucrar a las directivas, técnicos y funcionarios en la implementación del plan de gestión integral de la energía, conformando un comité de gestión de la energía, para lo cual deben recibir capacitación especializada.
- Mejorar el sistema de medición y monitoreo de los consumos de electricidad, automatizando la generación de indicadores y midiendo la eficiencia de los principales equipos.
- Sustituir las pocas luminarias fluorescentes tubulares T12 por Luminarias más eficientes tales como las de tipo LED.
- Instalar un sistema inteligente de control de alumbrado. Para lograr un máximo aprovechamiento de la luz artificial, se pueden utilizar controles inteligentes que optimicen su uso, entre los cuales se encuentran los sensores de presencia o de luz natural, los atenuadores (dimmers), los temporizadores o la combinación de los anteriores.

5.8.3 Opciones tipo C

- Se recomienda instalar películas reflectivas de la radiación solar. La tecnología desarrollada recientemente permite a partir de la instalación de películas en la parte interna del vidrio reducir la ganancia de calor. minimizar la radiación solar directa, al mismo tiempo que mejorar el aislamiento térmico y evitar el paso rápido de calor durante el día. Es un aislante que retarda el equilibrio térmico entre el interior y el exterior. La película se instala sobre los vidrios que tenga la edificación, lo que mejora el rendimiento del trabajo y economiza materiales. Mejora el confort de los ocupantes reduciendo el calor y el deslumbramiento. Ayudan a contener los fragmentos de vidrio en caso de rotura. Esta películas reducen el calor generado por la energía solar hasta en un 85%, elevando la eficiencia de lo aires acondicionados y disminuyendo el costo en energía. Bloquea 99% de los dañinos rayos UV, el periodo de retorno se puede estimar entre 1 a 4 años.

La matriz siguiente resume las opciones para la disminución del consumo de energía, muestra los ahorros potenciales, las inversiones, y las emisiones de CO2 evitadas.

Tabla 63. Matriz resumen de opciones de eficiencia energética sede Tecnológica
Opciones Tipo A

Uso Final	Medida	Porcentaje de ahorro	Ahorro (kWh/día)
Iluminación	Buenas practicas operacionales	4,50%	62,04
	Sustitución escenario 1	2,18%	30,12
Equipos ofimaticos	Buenas practicas operacionales	7,62%	105,06
Administrativo	Gestión de indicadores	4%	55,15
	Planes de mantenimiento	3%	41,36
TOTAL POTENCIAL DE AHORRO		24,8%	293,72
EMISIONES EVITADAS (ton/CO2/año)		23,86	

Inversión	Ahorro económico	Observaciones	Costo anualizado de la inversión	Costo del kWh/evitado
\$ 100.000	\$ 5.056.391	Kit de aseo para lámparas	(\$ 30.192,08)	(1,95)
\$ 5.368.480	\$ 2.454.454	Información de mercado, luminaria T8 especular, sin difusor	(\$ 1.620.855,80)	(215,28)
\$ -	\$ 34.249		\$ 0,00	
\$ 2.500.000	\$ 4.494.570	Capacitación en gestión de energía	(\$ 754.802,01)	(54,75)
\$ 1.500.000	\$ 3.370.927	Pinza amperimetrica digital con multímetro, luxómetro, termómetro infrarrojo digital	(\$ 452.881,21)	(43,80)
\$ 9.468.480	\$ 15.410.591			
ROI TOTAL	62,76%			

Opciones Tipo B

Medida	Porcentaje de ahorro	Ahorro (kWh/día)
Sustitución escenario 2	4,96%	68,37
Sustitución por monitores LED	15,66%	215,94
Sistema de gestión de la energía	7%	83,06
Control y monitoreo	12%	142,39
TOTAL POTENCIAL DE AHORRO	43,0%	509,76
EMISIONES EVITADAS (ton/CO2/año)		41,40

Inversión	Ahorro económico	Observaciones	Costo anualizado de la inversión	Costo del kWh/evitado
\$ 4.550.000	\$ 5.572.481	Sustitución por LED	(\$ 678.084,17)	(39,67)
\$ 10.800.000	\$ 17.598.703	Sustitución por tecnología LED	(\$ 1.609.518,48)	(29,81)
\$ 15.000.000	\$ 27.078	Certificación ISO 50001	(\$ 2.235.442,33)	(107,65)
\$ 15.000.000	\$ 11.605.042	Sensores y control de visitantes	(\$ 2.235.442,33)	(62,80)
\$ 45.350.000	\$ 34.803.304			
ROI TOTAL	22,40%			

6. DIAGNOSTICO ENERGÉTICO DE LA FACULTAD DE ARTES ASAB

6.1 ASPECTOS GENÉRICOS DE LA EDIFICACIÓN

6.1.1 Identificación y Ubicación de la Edificación

Se encuentra ubicado en la ciudad de Bogotá, Departamento de Cundinamarca, en la Carrera 13 No. 14 – 69.

Figura 50. Ubicación de la edificación de la sede ASAB



Fuente: 2014. Google Earth

Figura 51. Arquitectura sede ASAB



Fuente: 2014. Universidad Distrital

6.1.2 Áreas Constructivas

La edificación principal de esta sede tiene 3 pisos, las cuales suman un área total construida de 9.251 m².

Figura 52. Edificación de la sede ASAB



La tabla siguiente muestra el área por edificio de la sede ASAB, nótese que el porcentaje de las áreas es similar en todas las áreas.

Tabla 64. Áreas por edificios de la sede ASAB

ID EDIFICIO	EDIFICIO	ID PLANTA	PLANTA	ÁREA CONSTRUIDA (M ²)	ÁREA ESTRUCTURA (M ²)	ÁREA ÚTIL (M ²)
PALACIO LA MERCED	FAAS01S1	S1		2.195,00	377,13	1.817,87
	FAAS0101	01		2.135,32	342,73	1.792,59
	FAAS0102	02		2.136,03	379,05	1.756,98
	FAAS0103	03		2.207,73	556,47	1.651,26
				8.674,08	1.655,38	7.018,70

Fuente: 2014. UDistrital

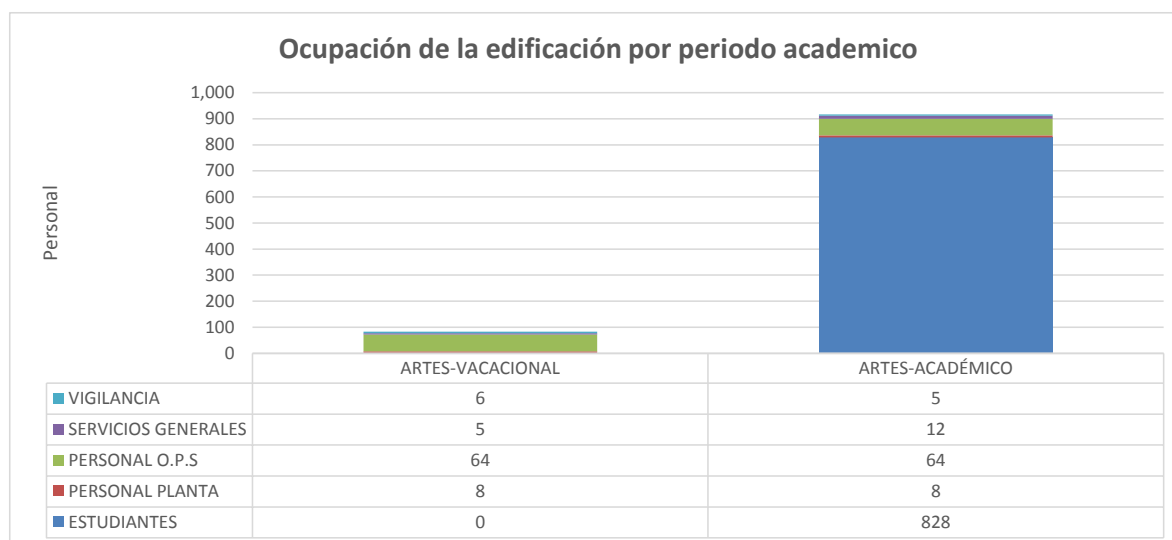
6.1.2.1 Años aproximados de construcción

La edificación de la sede ASAB de la universidad distrital es del año 1926

6.1.3 Datos sobre ocupación

La sede de la universidad opera de lunes a sábado, en las épocas de actividad académica alberga en promedio 828 estudiantes mas el personal administrativo y docente los cuales alcanzan 89 personas, en época de vacaciones solo se encuentran en la sede 83 funcionarios, la figura siguiente muestra esta ocupación.

Figura 53. Ocupación de la sede ASAB

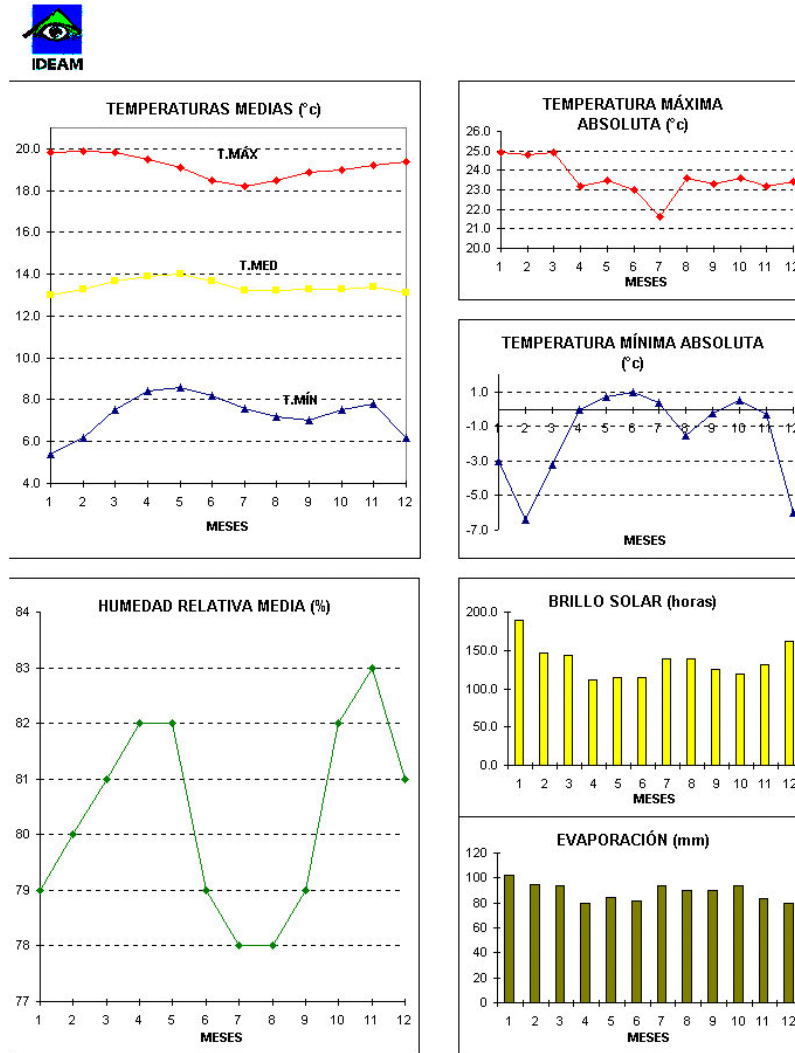


6.1.4 - Reseña sobre la ubicación y el entorno

- Zona climática: Fría
- Temperatura: 12.6°C
- Altura sobre el nivel del mar: 2.625 metros
- Humedad relativa media anual: 78 y 82%
- Presión atmosférica 1012 milibares
- Precipitación medio anual 90 cm.

La figura siguiente muestra gráficamente el comportamiento promedio de las variables climatológicas en la ciudad de Bogotá, datos tomados por el IDEAM en la estación del aeropuerto El Dorado.

Figura 54. Variables climatológicas ciudad de Bogotá



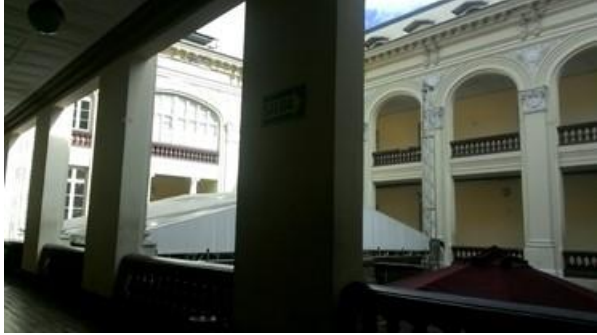


Fuente: IDEAM – 2014

6.1.5 - Contactos y datos de las personas responsables

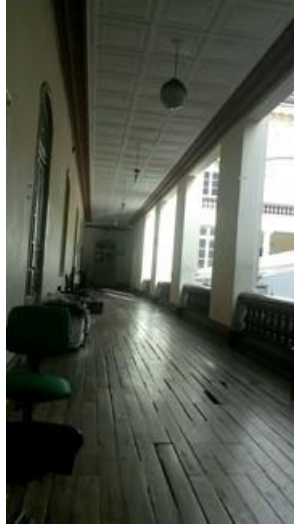
CLAUDIA JHOVANNA MARTÍNEZ
Tecnóloga de Gestión Ambiental y S.P
Plan Institucional de Gestión Ambiental – PIGA

6.2 CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS

6.2.1 Materiales constructivos

<ul style="list-style-type: none">• Tipo de muros: Muros de adobe, cerámica y dry Wall. (Edificio de artes)	
<ul style="list-style-type: none">• Techos: Techos pañetados y estucados, recubiertos en dry Wall, triplex y yeso. (sótano edificio artes)	
<ul style="list-style-type: none">• Superficies acristaladas: Ventanería en cristal estándar, vidrio esmerilado, laminado y samblastado. (Salón edificio artes)	

- **Pisos:** Terminado enchapados en baldosín o cerámica, alfombra, concreto a la vista, caucho, listones de madera, piso industrial y vinisol (Corredor edificio artes, piso 1)



6.3 SUMINISTRO Y CONSUMO DE ENERGÍA

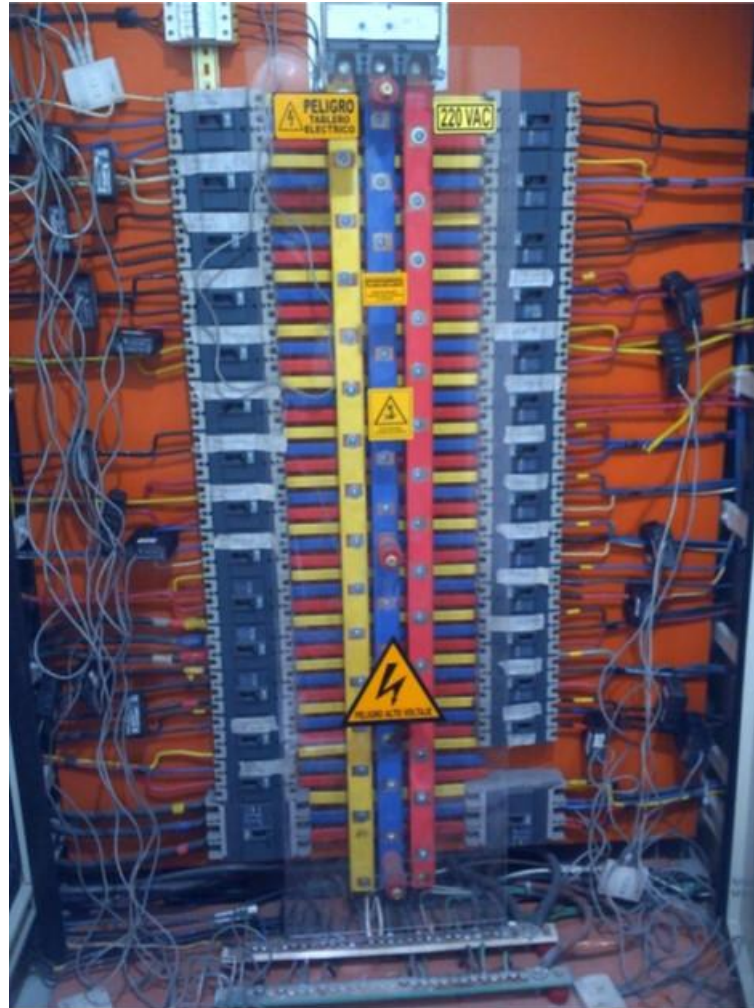
6.3.1 Energéticos utilizados

La sede ASAB consume Electricidad únicamente, no utiliza ni GLP, ni gas natural para procesos térmicos.

6.3.2 Suministro de energía

El suministro de energía de la sede tecnológica es a partir de la red propiedad de CODENSA, el cual alimenta a 220 Vac. La figura siguiente muestra el tablero de la subestación de la sede.

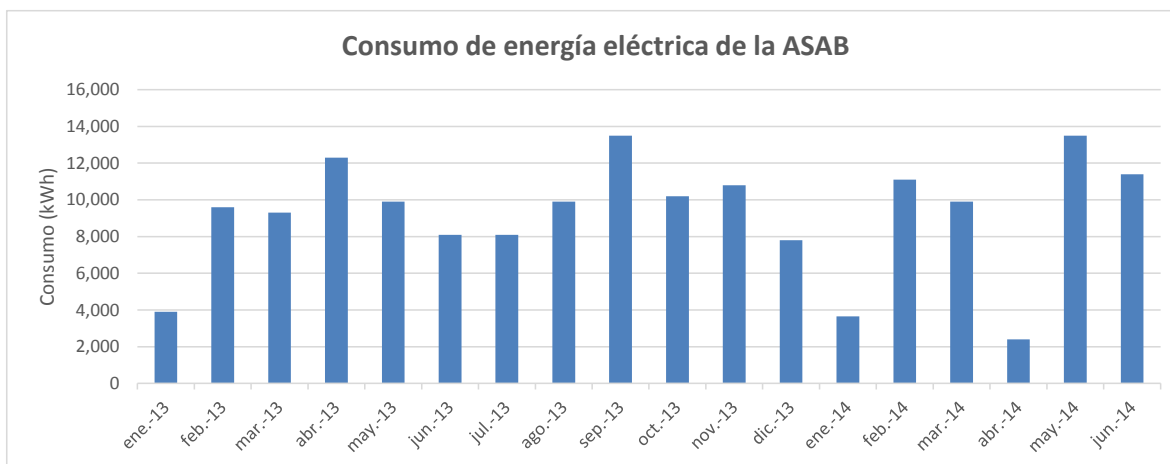
Figura 55. Tablero Subestación de la sede ASAB



6.3.3 Consumo de energía

La figura siguiente muestra el consumo de Energía de 2013 y 2014, la energía es comprada a CODENSA ESP, con tarifa del sector oficial, se puede observar que los meses de enero y abril son los de menor consumo lo cual es debido a las temporadas de vacaciones, y el mes de mas alto consumo fue septiembre de 2013 y mayo de 2014. El consumo promedio de energía eléctrica es de 9.312 kWh/mes.

Figura 56. Consumo de energía eléctrica 2013 – 2014



6.4 CARACTERIZACIÓN ENERGÉTICA DE LA EDIFICACIÓN

6.4.1 Equipos

Las tablas siguientes muestran el inventario de equipos eléctricos encontrados en las instalaciones de la sede ASAB.

Tabla 65. Resumen del consumo de electricidad y potencia instalada por uso final en la sede ASAB

USO FINAL DE ENERGÍA	Consumo de Electricidad (kWh)	POTENCIA TOTAL (kW)
Iluminación	130.0	21.4
Aire Acondicionado	33.1	34.5
Fuerza_Motriz	28.1	26.7
Equipos_Ofimaticos	22.2	4.6
Calor Directo	7.6	21.6
Otros	5.1	4.8
Equipos Entretenimiento	4.6	6.7
Total general	230.7	120.3

Tabla 66. Inventario de equipos generadores de aire acondicionado

USO FINAL DE ENERGÍA	EQUIPO	ÁREA O PROCESO	POTENCIA (HP)	POTENCIA (W)	CANTIDAD	POTENCIA TOTAL (kW)	TIEMPO DE OPERACIÓN (horas/día)	CONSUMO (kWh/día)
Aire Acondicionado	Mini Split 24000 Tü	Ed Música Piso 1 Salón S-33	2400		1	2.40	0.5	1.2
Aire Acondicionado	Mini Split 1200 Btu	Ed Música Piso 1 Salón S-34	9000		1	9.00	0.65	5.85
Aire Acondicionado	Mini Split 18000 Btu	Ed Música Piso 1 Salón S-40	1800		1	1.80	2	3.6
Aire Acondicionado	Mini Split 18000 Btu	Ed Música Piso 1 Salón S-37	1800		1	1.80	2	3.6
Aire Acondicionado	Mini Split 18000 Btu	Ed Música Piso 1 Salón S-38	1800		1	1.80	2	3.6
Aire Acondicionado	Mini Split 18000 Btu	Ed Música Piso 2 Salón 140	1800		1	1.80	2	3.6
Aire Acondicionado	Mini Split 18000 Btu	Ed Música Piso 2 Salón 138	1800		1	1.80	2	3.6
Aire Acondicionado	Mini Split 24000 Btu	Ed Música Piso 3 Salón 232	2200		1	2.20	0.5	1.1
Aire Acondicionado	Mini Split 24000 Btu	Ed Música Piso 3 Salón 234	2200		1	2.20	0.6	1.32
Aire Acondicionado	Mini Split	Ed Música Piso 3 Salón 237	2200		1	2.20	0.5	1.1
Aire Acondicionado	Mini Split 18000 Btu	Ed Música Piso 3 Salón 240	1500		1	1.50	1	1.5
Aire Acondicionado	Mini Split 18000 Btu	Ed Música Piso 4 Salón M-16	1500		2	3.00	0.5	1.5
Aire Acondicionado	Mini Split 18000 Btu	Ed Música Piso 4 Salón M-17	1500		2	3.00	0.5	1.5

Tabla 67. Inventario de equipos generadores de calor directo

USO FINAL DE ENERGÍA	EQUIPO	ÁREA O PROCESO	POTENCIA (HP)	POTENCIA (W)	CANTIDAD	POTENCIA TOTAL (kW)	TIEMPO DE OPERACIÓN (horas/día)	CONSUMO (kWh/día)
Calor Directo	Horno Microondas	Ed Artes Piso 2 Decanatura Cocineta		900	1	0.90	0.5	0.45
Calor Directo	Cafetera	Ed Artes Piso 2 Decanatura Cocineta		400	1	0.40	0.5	0.2
Calor Directo	Microondas	Bienestar		1200	1	1.20	0.5	0.6
Calor Directo	Cafetera	Bienestar		400	1	0.40	0.5	0.2
Calor Directo	evenheat	taller vidrio		9900	1	9.90	0.3	2.97
Calor Directo	plancha	taller vidrio		1440	4	5.76	0.3	1.728
Calor Directo	horno 1	Hornos			1	0.00	4	0
Calor Directo	horno 2 y 4 mediano	Hornos			2	0.00	4	0
Calor Directo	horno 3 grande	Hornos			1	0.00	4	0
Calor Directo	horno	Hornos			1	0.00	4	0
Calor Directo	Estufa Eléctrica/sambr	apoyo alimentario		3000	1	3.00	0.5	1.5

Tabla 68. Inventario de equipos de entretenimiento

USO FINAL DE ENERGÍA	EQUIPO	ÁREA O PROCESO	POTENCIA (HP)	POTENCIA (W)	CANTIDAD	POTENCIA TOTAL (kW)	TIEMPO DE OPERACIÓN (horas/día)	CONSUMO (kWh/día)
Equipos Entretenimiento	Televisor Plasma	Ed Artes Piso 3 Salón 311		200	1	0.20	0.5	0.1
Equipos Entretenimiento	Parlantes	Ed Artes Piso 3 salón 307		70	4	0.28	0.5	0.14
Equipos Entretenimiento	Televisor LCD	Ed Artes Piso 3 Salón 309		200	1	0.20	0.7	0.14
Equipos Entretenimiento	Televisor Plasma	Ed Artes Piso 3 Salón Proyecto de grado 308		200	1	0.20	0.7	0.14
Equipos Entretenimiento	Televisor Plasma	Ed Artes Piso 3 Consejería		200	1	0.20	0.7	0.14
Equipos Entretenimiento	Televisor LCD 40"	Ed Artes Piso 2 Salón profesores		87	1	0.09	0.7	0.0609
Equipos Entretenimiento	Video Beam	Ed Artes Piso 2 Salón profesores		150	1	0.15	0.7	0.105
Equipos Entretenimiento	Televisor LCD	Ed Artes Piso 2 Salón profesores Investigación		87	1	0.09	0.7	0.0609
Equipos Entretenimiento	Video Beam	Ed Artes Piso 2 Salón 208		150	1	0.15	0.7	0.105
Equipos Entretenimiento	Televisor Plasma 40"	Ed Artes Piso 2 Salón 208		200	1	0.20	0.7	0.14
Equipos Entretenimiento	Parlantes	Ed Artes Piso 2 Salón 209		20	4	0.08	0.7	0.056
Equipos Entretenimiento	Televisor Plasma 40"	Ed Artes Piso 2 Salón 207		200	1	0.20	0.7	0.14
Equipos Entretenimiento	Parlantes	Ed Artes Piso 2 Salón 207		20	4	0.08	0.7	0.056
Equipos Entretenimiento	Televisor CRT 21"	Ed Artes Piso 2 Sala de Sistemas Profesores		1	80	0.08	0.7	0.056
Equipos Entretenimiento	Parlantes	Ed Artes Piso 2 Sala de Piano		100	1	0.10	0.7	0.07
Equipos Entretenimiento	Video Beam	Ed Artes Piso 2 Auditorio Samuel Bedoya		150	1	0.15	0.7	0.105
Equipos Entretenimiento	Parlantes	Ed Artes Piso 2 Auditorio Samuel Bedoya		60	2	0.12	0.7	0.084
Equipos Entretenimiento	Consola Sonido	Ed Artes Piso 2 Auditorio Samuel Bedoya		200	1	0.20	0.7	0.14
Equipos Entretenimiento	Video Beam	Ed Artes Piso 2 Oficinas Sala de Exposiciones		150	2	0.30	0.7	0.21
Equipos Entretenimiento	Televisor LED	Ed Artes Piso 2 Oficinas Sala de Exposiciones		70	3	0.21	0.7	0.147
Equipos Entretenimiento	Consola Sonido	Ed Artes Piso 2 Oficinas Sala de Exposiciones		100	1	0.10	0.7	0.07
Equipos Entretenimiento	Video Beam	Ed Artes Piso 2 Decanatura		150	1	0.15	0.7	0.105
Equipos Entretenimiento	Teléfonos	Ed Artes Piso 2 Decanatura		20	3	0.06	0.7	0.042
Equipos Entretenimiento	Televisor Plasma 40"	Ed Artes Piso 2 Salón 210		200	1	0.20	0.7	0.14
Equipos Entretenimiento	Televisor Plasma 40"	Ed Artes Piso 2 Salón 211		200	1	0.20	0.7	0.14
Equipos Entretenimiento	Televisor Plasma 40"	Ed Artes Piso 2 Salón 212		200	1	0.20	0.7	0.14
Equipos Entretenimiento	Televisor CRT 14"	Ed Artes Piso 2 CPA		40	5	0.20	0.7	0.14
Equipos Entretenimiento	Televisor CRT 29"	Ed Artes Piso 2 CPA		80	1	0.08	0.7	0.056
Equipos Entretenimiento	Televisor LCD 40"	Ed Artes Piso 2 CPA		70	1	0.07	0.7	0.049
Equipos Entretenimiento	Televisor LCD 40"	Ed Artes Piso 2 Salón 219		70		0.00	0.7	0
Equipos Entretenimiento	Televisor Plasma 40"	Ed Música Piso 3 Salón 232		200	1	0.20	0.7	0.14
Equipos Entretenimiento	Video Beam	Ed Música Piso 3 Salón 232		150	1	0.15	0.7	0.105
Equipos Entretenimiento	Claravíno	Ed Música Piso 3 Salón 232		100	1	0.10	0.7	0.07
Equipos Entretenimiento	Sintetizadores	Ed Música Piso 3Salón 233		30	6	0.18	0.7	0.126
Equipos Entretenimiento	Televisor Plasma 40"	Ed Música Piso 3 Salón 233		200	1	0.20	0.7	0.14
Equipos Entretenimiento	Consola Sonido	Ed Música Piso 3 Salón 233		60	3	0.18	0.7	0.126
Equipos Entretenimiento	Televisor Plasma 40"	Ed Música Piso 3 Salón 234		180	1	0.18	0.7	0.126
Equipos Entretenimiento	Claravíno	Ed Música Piso 3 Salón 240		100	1	0.10	0.7	0.07
Equipos Entretenimiento	Televisor Plasma 40"	Ed Música Piso 4 Salón M-16		200	1	0.20	0.7	0.14
Equipos Entretenimiento	Home Theater	Ed Música Piso 4 Salón M-16		100	1	0.10	0.7	0.07
Equipos Entretenimiento	Video Beam	Ed Música Piso 4 Salón M-16		150	1	0.15	0.7	0.105
Equipos Entretenimiento	Parlantes	Ed Música Piso 4 Salón M-16		20	8	0.16	0.7	0.112
Equipos Entretenimiento	Video Beam	Ed Música Piso 4 Salón M-17		150	1	0.15	0.7	0.105
Equipos Entretenimiento	Parlantes	Ed Música Piso 4 Salón M-17		20	4	0.08	0.7	0.056
Equipos Entretenimiento	Televisor CRT	área de mantenimiento		80	1	0.08	1	0.08
Equipos Entretenimiento	Equipo de Sonido	taller de litografía		50	1	0.05	6	0.3
Equipos Entretenimiento	Televisor LCD	primer piso Salón A110		60	12	0.72	6	4.32
Equipos Entretenimiento	Video beam	primer piso Salón A108		20	1	0.02	3	0.06
Equipos Entretenimiento	Televisor LCD	primer piso Salón A108		60	1	0.06	3	0.18
Equipos Entretenimiento	Televisor CRT	primer piso Salón 106		50	1	0.05	2	0.1
Equipos Entretenimiento	Televisor LCD	primer piso Salón 110		50	1	0.05	3	0.15
Equipos Entretenimiento	Video beam	primer piso Salón 111		120	1	0.12	7	0.84
Equipos Entretenimiento	Equipo de Sonido	primer piso Salón 111		50	1	0.05	7	0.35
Equipos Entretenimiento	Televisor LCD	Taller de vídeo		50	3	0.15	7	1.05
Equipos Entretenimiento	Televisor LCD	Taller de vídeo		50	1	0.05	7	0.35
Equipos Entretenimiento	Televisor LCD	Primer Piso Salón 114		50	1	0.05	2	0.1
Equipos Entretenimiento	Equipo de Sonido	Primer Piso Salón 114		60	1	0.06	2	0.12

Tabla 69. Inventario de equipos ofimáticos

USO FINAL DE ENERGÍA	EQUIPO	ÁREA O PROCESO	POTENCIA (HP)	POTENCIA (W)	CANTIDAD	POTENCIA TOTAL (kW)	TIEMPO DE OPERACIÓN (horas/día)	CONSUMO (kWh/día)
Equipos_Ofimaticos	PC monitor LCD	Ed Artes Piso 3 salón 304		70	5	0.35	7	2.45
Equipos_Ofimaticos	PC monitor LCD	Ed Artes Piso 2 Salón profesores Investigación		70	6	0.42	5	2.1
Equipos_Ofimaticos	Impresora multifuncional Tinta	Ed Artes Piso 2 Salón profesores Investigación		150	1	0.15	0.09	0.0135
Equipos_Ofimaticos	Impresora de tinta	Ed Artes Piso 2 Salón profesores Investigación		100	2	0.20	0.09	0.018
Equipos_Ofimaticos	PC monitor LCD	Ed Artes Piso 2 Salón profesores Investigación Acreditación		70	4	0.28	7	1.96
Equipos_Ofimaticos	PC monitor CRT	Ed Artes Piso 2 Salón profesores Investigación Acreditación		90	1	0.09	7	0.63
Equipos_Ofimaticos	Rack de Comunicaciones	Ed Artes Piso 2 Salón profesores Investigación Acreditación		150	1	0.15	7	1.05
Equipos_Ofimaticos	Impresora de tinta	Ed Artes Piso 2 Salón profesores Investigación Acreditación		100	1	0.10	0.09	0.009
Equipos_Ofimaticos	PC monitor LCD	Ed Artes Piso 2 Salón 207		70	1	0.07	7	0.49
Equipos_Ofimaticos	Impresora de tinta	Ed Artes Piso 2 Secretaría Académica		150	2	0.30	0.09	0.027
Equipos_Ofimaticos	PC monitor LCD	Ed Artes Piso 2 Secretaría Académica		70	2	0.14	7	0.98
Equipos_Ofimaticos	Rack de Comunicaciones	Ed Artes Piso 2 Secretaría Académica		150	1	0.15	7	1.05
Equipos_Ofimaticos	PC monitor LCD	Ed Artes Piso 2 Sala de Sistemas Profesores		70	8	0.56	5	2.8
Equipos_Ofimaticos	Escáner	Ed Artes Piso 2 Oficinas Sala de Exposiciones		150	1	0.15	0.09	0.0135
Equipos_Ofimaticos	PC monitor LCD	Ed Artes Piso 2 Oficinas Sala de Exposiciones		70	2	0.14	7	0.98
Equipos_Ofimaticos	PC monitor LCD	Ed Artes Piso 2 Decanatura		70	7	0.49	7	3.43
Equipos_Ofimaticos	Impresora de tinta	Ed Artes Piso 2 Decanatura		150	2	0.30	0.09	0.027
Equipos_Ofimaticos	PC monitor LCD	Ed Artes Piso 2 CPA		70	1	0.07	7	0.49
Equipos_Ofimaticos	PC monitor LCD	Ed Música Piso 1 Bodega		70	1	0.07	7	0.49
Equipos_Ofimaticos	PC monitor LCD	Ed Música Piso 1 Bodega		90	1	0.09	7	0.63
Equipos_Ofimaticos	PC monitor LCD	Bienestar		70	4	0.28	7	1.96
Equipos_Ofimaticos	PC monitor CRT	Bienestar		90	1	0.09	7	0.63
Equipos_Ofimaticos	PC monitor LCD	bodega iluminación y sonido Artes escénicas		55	1	0.06	7	0.385
Equipos_Ofimaticos	PC monitor CRT	taller de vitral		50	1	0.05	4	0.2
Equipos_Ofimaticos	PC monitor LCD	taller de grabado		50	1	0.05	7	0.35
Equipos_Ofimaticos	PC monitor LCD	taller de litografía		50	1	0.05	6	0.3
Equipos_Ofimaticos	PC monitor CRT	taller de cerámica		50	1	0.05	7	0.35
Equipos_Ofimaticos	PC monitor LCD	oficina de laboratorios		70	3	0.21	7	1.47
Equipos_Ofimaticos	PC monitor LCD	primer piso Salón 110		50	1	0.05	6	0.3
Equipos_Ofimaticos	PC monitor LCD	primer piso Salón 111		50	13	0.65	7	4.55
Equipos_Ofimaticos	Escáner	primer piso Salón 111		60	1	0.06	7	0.42
Equipos_Ofimaticos	PC monitor LCD	Oficina de la unidad de extensión		50	3	0.15	7	1.05
Equipos_Ofimaticos	rack de comunicaciones	Primer Piso Salón 115		50	1	0.05	24	1.2
Equipos_Ofimaticos	ups	Primer Piso Salón 115		60	1	0.06	5	0.3
Equipos_Ofimaticos	PC monitor CRT	Centro de documentación		50	3	0.15	0	0
Equipos_Ofimaticos	PC monitor LCD	Centro de documentación		50	3	0.15	0	0
Equipos_Ofimaticos	PC monitor LCD	Centro de documentación		50	7	0.35	7	2.45
Equipos_Ofimaticos	PC monitor LCD	Centro de documentación		50	3	0.15	6	0.9
Equipos_Ofimaticos	Impresora de tinta	Centro de documentación		40	1	0.04	2	0.08
Equipos_Ofimaticos	Escaner	Centro de documentación		40	1	0.04	2	0.08
Equipos_Ofimaticos	PC monitor LCD	Primer piso Salon 112		70	27	1.89	5	9.45
Equipos_Ofimaticos	Video beam	Primer piso Salon 112		120	1	0.12	2	0.24
Equipos_Ofimaticos	Impresora de tinta	Primer piso Salon 112		150	2	0.30	1	0.3
Equipos_Ofimaticos	Plotter	Primer piso Salon 112		300	1	0.30	1	0.3

Tabla 70. Inventario de equipos de fuerza

USO FINAL DE ENERGÍA	EQUIPO	ÁREA O PROCESO	POTENCIA (HP)	POTENCIA (W)	CANTIDAD	POTENCIA TOTAL (kW)	TIEMPO DE OPERACIÓN (horas/día)	CONSUMO (kWh/día)
Fuerza_Motriz	Bomba_de_agua	Sótano 1 cuarto bombas	1.5		1	1.12	1	1.119
Fuerza_Motriz	Bomba_de_agua	Sótano 1 cuarto bombas		3525.06	2	7.05	0.5	3.52506
Fuerza_Motriz	Extractor	Sótano 1 taller papel		55	2	0.11	6	0.66
Fuerza_Motriz	corte	taller vidrio		60.3	1	0.06	6	0.3618
Fuerza_Motriz	Lija Eléctrica	taller vidrio		115	1	0.12	6	0.69
Fuerza_Motriz	Lija Eléctrica	taller vidrio		150	1	0.15	6	0.9
Fuerza_Motriz	motor plataforma	taller vidrio		230	1	0.23	6	1.38
Fuerza_Motriz	dry blast	taller vidrio		5.5	1	4.10	0.5	2.0515
Fuerza_Motriz	dry blast 2	taller vidrio		3	1	2.24	1	2.238
Fuerza_Motriz	esmenil	mantenimiento		0.5	1	0.37	6	2.238
Fuerza_Motriz	Extractor	taller grabado		55	3	0.17	6	0.99
Fuerza_Motriz	esmenil	taller grabado		0.5	1	0.37	6	2.238
Fuerza_Motriz	Extractor	taller grabado		0.5	1	0.37	6	2.238
Fuerza_Motriz	Extractor	taller litografía		55	1	0.06	6	0.33
Fuerza_Motriz	dejar1050	taller litografía		3000	1	3.00	0.5	1.5
Fuerza_Motriz	Dejar vacío	taller litografía		3000	1	3.00	0.5	1.5
Fuerza_Motriz	maquina sassin	taller cerámica		3	1	2.24	0.5	1.119
Fuerza_Motriz	Extractor	taller cerámica		55	2	0.11	3	0.33
Fuerza_Motriz	Giro cerámica	taller cerámica		207	7	1.45	1	1.449
Fuerza_Motriz	Extractor	taller cerámica		0.5	1	0.37	3	1.119
Fuerza_Motriz	Extractor	apoyo alimentario		55	1	0.06	2.5	0.1375
Fuerza_Motriz	Ventilador de Pared	cuartos de moldes		50	2	0.10	3	0.3
Fuerza_Motriz	Extractor	taller de vitral		70	2	0.14	4	0.56
Fuerza_Motriz	compresor	taller de vitral		3	1	0.00	2	0.006
Fuerza_Motriz	taladro de árbol	taller de vitral		1	1	0.00	2	0.002
Fuerza_Motriz	Extractor	taller de grabado		55	3	0.17	7	1.155
Fuerza_Motriz	compresor	maderas		3	2	4.48	0.5	2.238
Fuerza_Motriz	sierras	maderas		1800	4	7.20	0.6	4.32
Fuerza_Motriz	sierra circular de banco	maderas		3.5	1	2.61	1	2.611
Fuerza_Motriz	tomo	maderas		1.2	1	0.90	1	0.8952
Fuerza_Motriz	sierra sinfin trifásico	maderas		3	3	6.71	0.5	3.357
Fuerza_Motriz	Extractor	maderas		156	3	0.47	7	3.276
Fuerza_Motriz	taladro de árbol	maderas		1.5	1	1.12	1	1.119
Fuerza_Motriz	sierra radial	maderas		1.2	1	0.00	2	0
Fuerza_Motriz	taladros	maderas		600	7	4.20	0.3	1.26
Fuerza_Motriz	esmenil	maderas		373	1	0.37	1	0.373
Fuerza_Motriz	caladora	maderas		550	5	2.75	1	2.75
Fuerza_Motriz	rutador	maderas		0.75	3	1.68	1	1.6785
Fuerza_Motriz	lijadora de pedestal	maderas		0.75	1	0.56	0.5	0.27975
Fuerza_Motriz	trompo	maderas		3	1	2.24	0.5	1.119
Fuerza_Motriz	extractor de polvo	maderas		3	1	2.24	0	0
Fuerza_Motriz	Compresor	Taller de metales		3	1	2.24	1.5	3.357
Fuerza_Motriz	Tomo	Taller de metales		3	1	2.24	0.5	1.119
Fuerza_Motriz	Enrolladora de lamina	Taller de metales		1	1	0.75	2	1.492
Fuerza_Motriz	Fresadora	Taller de metales		1100	1	1.10	3	3.3
Fuerza_Motriz	taladro de árbol	Taller de metales		550	1	0.55	1	0.55
Fuerza_Motriz	Esmenil	Taller de metales		0.5	1	0.37	4	1.492
Fuerza_Motriz	Tronzadora	Taller de metales		2000	1	2.00	1	2
Fuerza_Motriz	Sierra Sinfin	Taller de metales		370	1	0.37	1	0.37
Fuerza_Motriz	Extractor	Taller de metales		50	2	0.10	4	0.4

Tabla 71. Inventario de equipos de refrigeración

USO FINAL DE ENERGÍA	EQUIPO	ÁREA O PROCESO	POTENCIA (HP)	POTENCIA (W)	CANTIDAD	POTENCIA TOTAL (kW)	TIEMPO DE OPERACIÓN (horas/día)	CONSUMO (kWh/día)
Refrigeración	Nevera Convencional 9 ft	cafetería estudiantes		200	1	0.20	7	1.4
Refrigeración	Botellero Vertical 1 puerta 2 parrillas	cafetería estudiantes		250	1	0.25	7	1.75

Tabla 72. Inventario de equipos de otros usos

USO FINAL DE ENERGÍA	EQUIPO	ÁREA O PROCESO	POTENCIA (HP)	POTENCIA (W)	CANTIDAD	POTENCIA TOTAL (kW)	TIEMPO DE OPERACIÓN (horas/día)	CONSUMO (kWh/día)
Otros	maquina papel licuar	Sótano 1 taller papel	2.4		1	1.79	2	3.5888
Otros	grabadora laser	taller litografía		3000	1	3.00	0.5	1.5
Otros	microondas	cuarto de seguridad		1050	1	1.05	0.1	0.105
Otros	microondas	área de mantenimiento		1050	1	1.05	0.5	0.525
Otros	microondas	cafetería estudiantes		1050	2	2.10	1	2.1
Otros	piano	primer piso Salón A108		30	1	0.03	6	0.18
Otros	Equipo corte de plasma	Taller de metales		6840	1	6.84	0.5	3.42
Otros	Equipo de soldadura	Taller de metales		29700	4	118.80	0.03	3.564
Otros	Soldador de punto	Taller de metales		41104.8	1	41.10	0.05	2.05524
Otros	Soldadura Mig	Taller de metales		1725	1	1.73	1	1.725

Tabla 73. Inventario de lámparas

EQUIPO	POTENCIA TOTAL (kW)	CONSUMO DE ENERGIA(kWh/día)	CANTIDAD DE BOMBILLOS
Fluorescente_Tubular_T8	7.59	50.18	452.00
LFC	3.91	26.27	172.00
Fluorescente_Tubular_T12	4.75	24.74	62.00
Incandescente Halógena	2.67	15.22	44.00
Vapor_Sodio_Baja	1.60	9.60	4.00
Vapor_Sodio_Alta	0.80	3.60	2.00
Incandescente	0.06	0.42	1.00
Total general	21.37	130.02	737.00

6.4.2 Sistemas de Uso Final de Energía

A partir de información de los inventarios por área, las gráficas siguientes muestran el consumo de energía eléctrica y participación por equipo de uso final.

Figura 57. Consumo de energía eléctrica por uso final

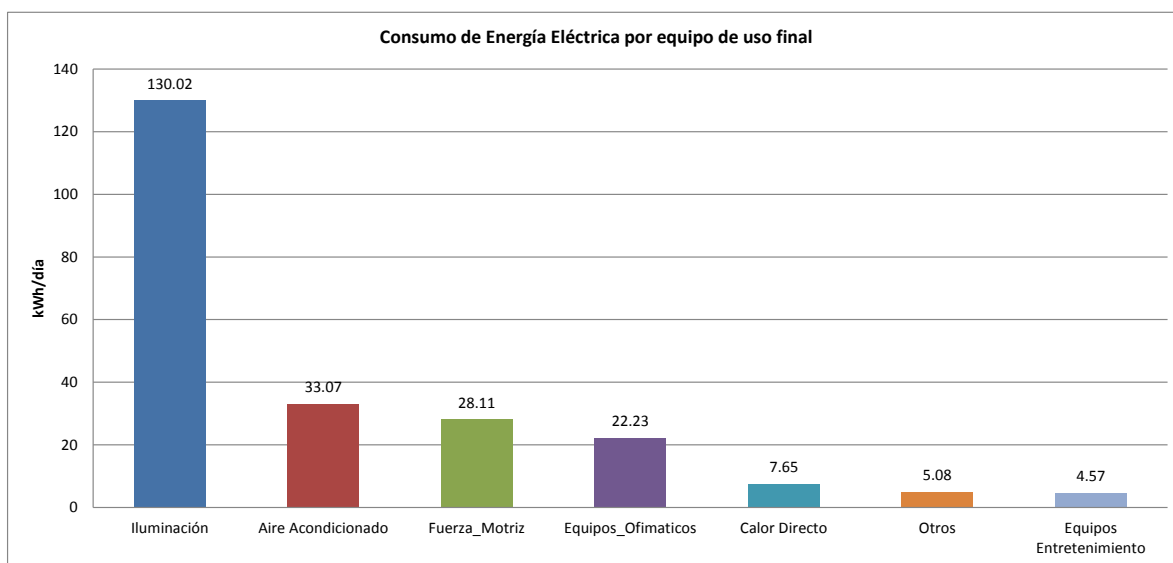
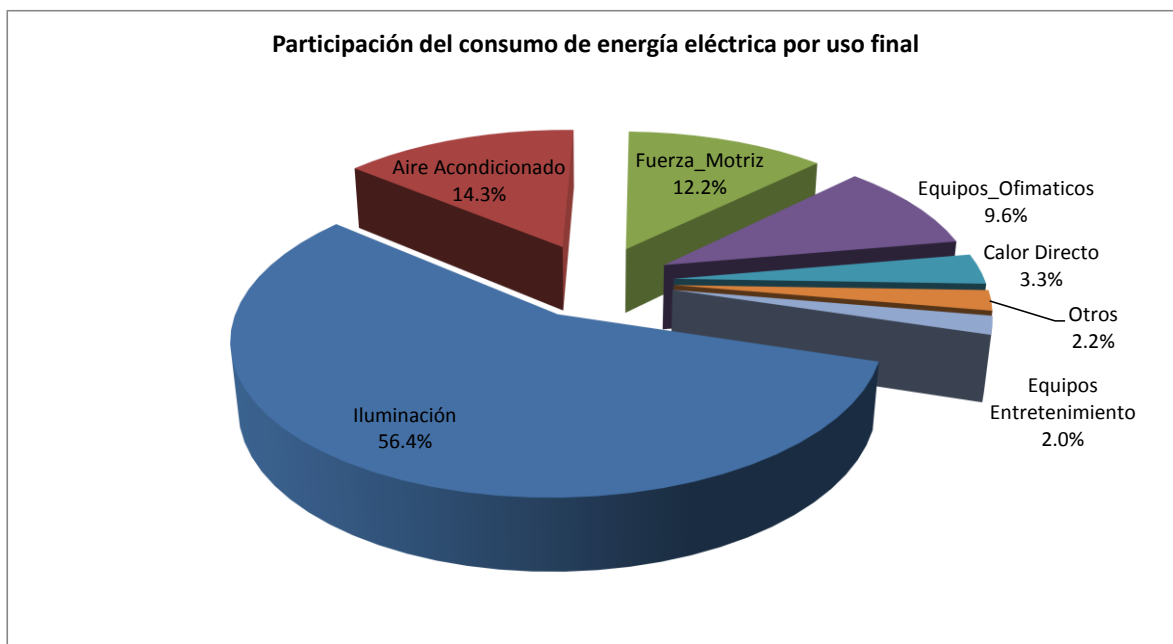


Figura 58. Participación del consumo de energía eléctrica por uso final



La figura anterior muestra que la mayor participación del uso final de energía es por iluminación con 56.4%, seguido por los equipos de aire acondicionado con el 14.3%, los equipos de fuerza motriz con el 12.2% y los equipos ofimáticos con 9.6%, formado por computadores, impresoras, fotocopiadoras y demás equipo de oficina, por tanto las medidas de eficiencia energética deben estar enfocadas principalmente en estos usos finales. Estos usos finales participan con el 92.5% del consumo energético de la sede.

Figura 59. Consumo de energía eléctrica por Área

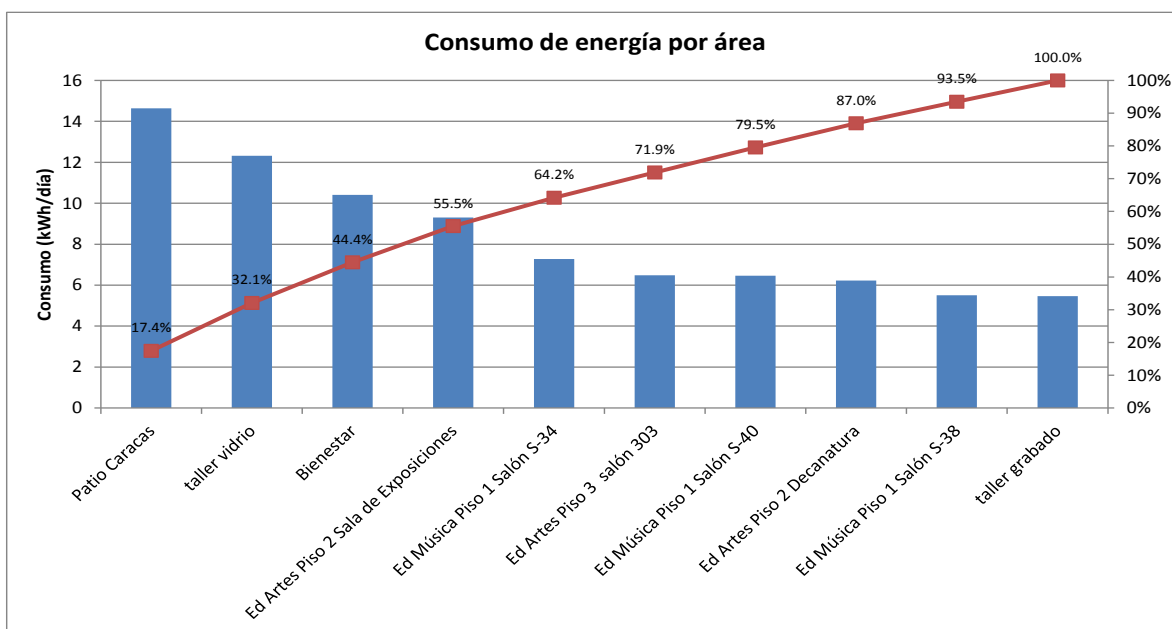
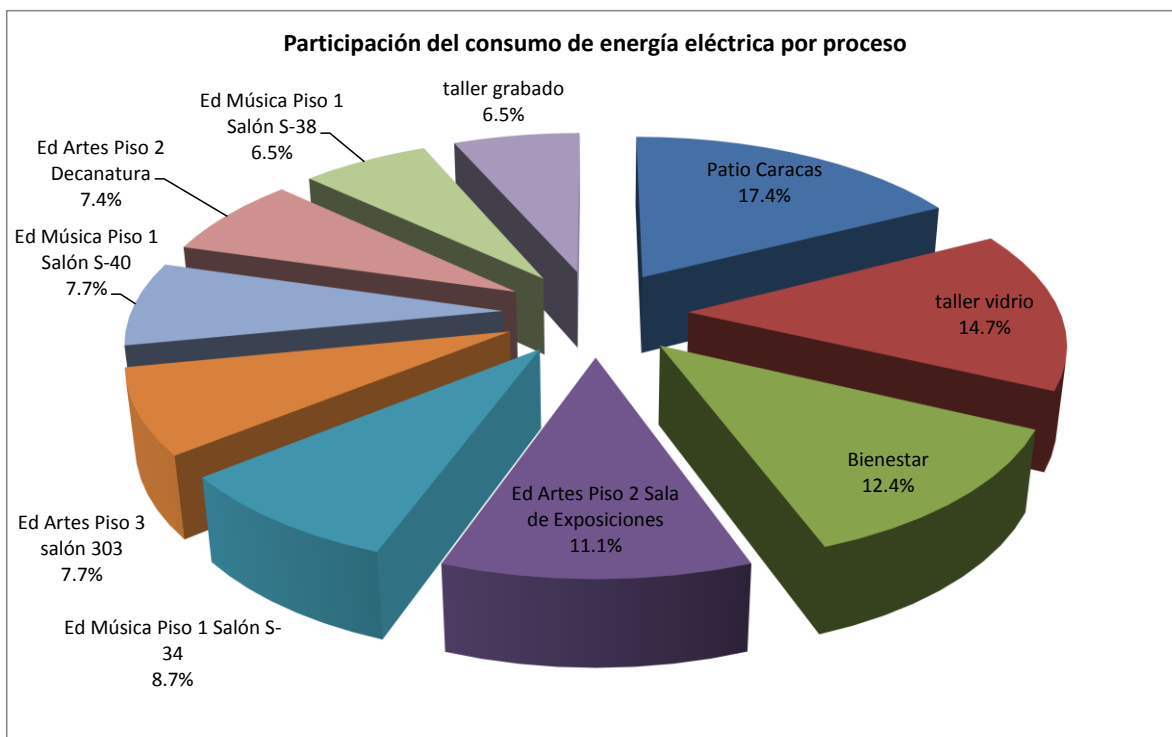


Figura 60. Participación del consumo de energía eléctrica por área

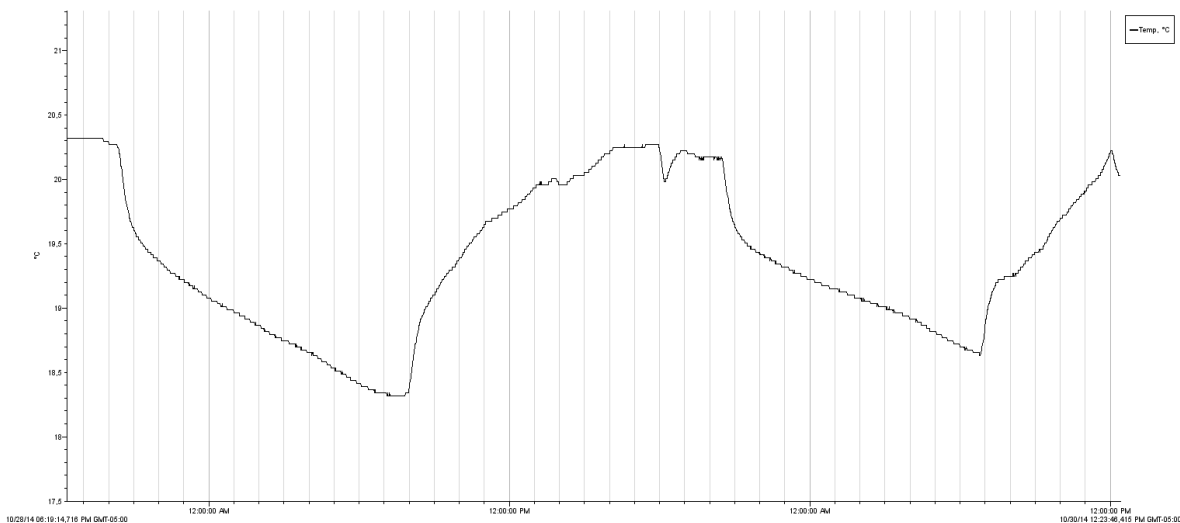


Las figuras anteriores muestran que los mayores consumos de energía eléctrica están en el patio hacia la caracas, el taller de vidrio, bienestar y la sala de exposiciones, estas áreas participan con el 55.6% del total de la energía eléctrica.

6.4.3 Análisis de las condiciones climáticas interiores del edificio de artes

En el contexto teórico definido en la sección 3.3, se midieron la temperatura seca y la humedad relativa en varios puntos al interior del edificio, y se identificó la uniformidad de las condiciones ambientales internas, la figura siguiente muestra la temperatura interna al recinto, nótese que la máxima temperatura registrada es de 20.5 C, y mínima de 18.3 C, lo cual esta en las condiciones de confort que requiere el cuerpo humano.

Figura 61. Curva de temperatura



La humedad relativa del recinto varía entre el 58% y el 66%, propio de las condiciones húmedas de la ciudad de Bogotá, el máximo de humedad se presenta entre las 2 y las 7 de la tarde.

Figura 62. Curva de humedad relativa

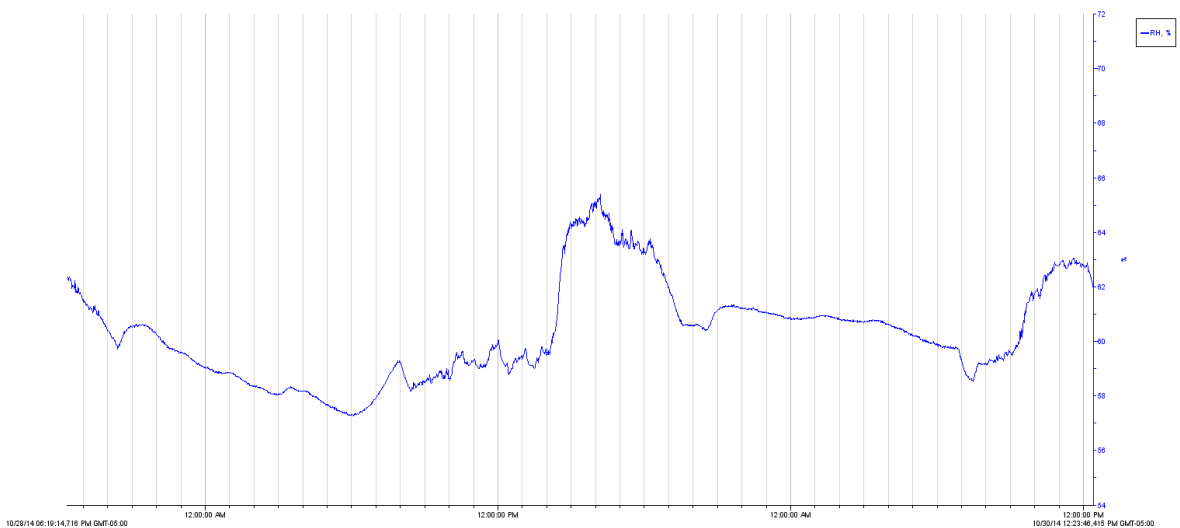
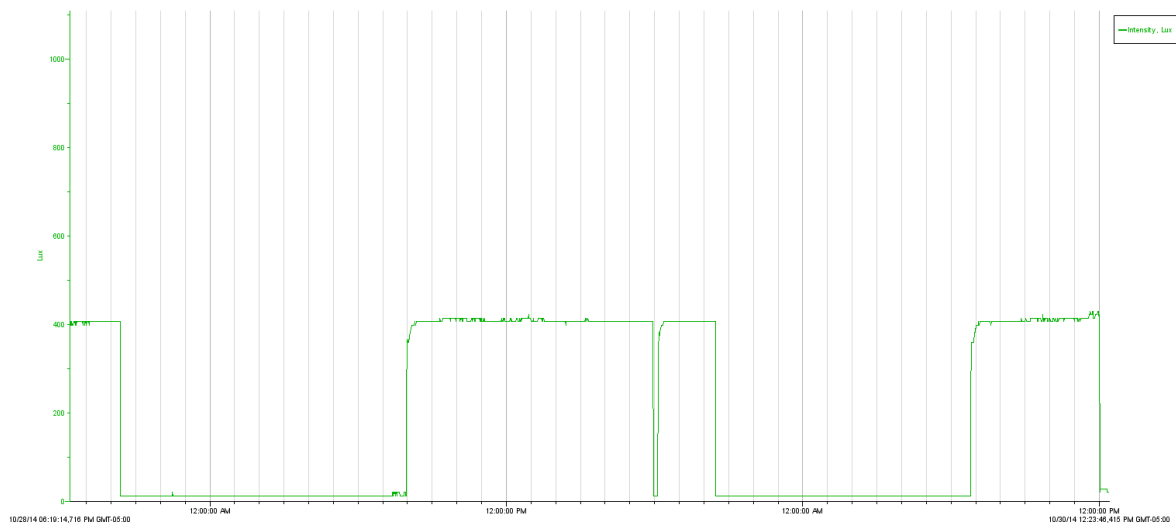


Figura 63. Curva del manejo de la iluminación



Dada la uniformidad presente en la infraestructura de la facultad de Artes, es factible técnicamente adecuar las mediciones realizadas en el edificio.

6.4.4 Análisis de las cargas térmicas

Se evidencia una temperatura adecuada de los espacios, la humedad relativa es propia de las condiciones de la ciudad de Bogotá y para esta edificación se usa adecuadamente el sistema de iluminación, además se evidencia a partir de las mediciones de los niveles de iluminación la buena utilización de luz natural.

La influencia de las cargas térmicas naturales (incidencia de la radiación solar, vientos y humedad relativa) y artificiales tales como calentamiento por el uso de iluminación incandescente o halógena, pantallas de computador, materiales de construcción, son mínimas ya que las temperaturas ambientales interiores no sobrepasan los 22 C, lo cual es propicio en el área de confort.

En el caso de adecuaciones de las oficinas y demás espacios no se presentan problemas con las temperaturas y condiciones de confort.

6.5 MEDICIONES REALIZADAS

Los circuitos evaluados se indican a continuación:

- Totalizador – Medido mediante analizador de red PQA 824

Los Circuitos del tablero principal se midieron con pinza amperimétrica y data logger, los siguientes fueron los circuitos medidos:

- Totalizador A
- Sala de Ensayo
- Circuito P5

- Cafetería
- Laboratorio P2

De las mediciones realizadas en las instalaciones de la Sede de Artes de la Universidad Distrital se obtuvieron los resultados relevantes presentados a continuación:

Tabla 74. Resumen de mediciones del totalizador

CARACTERÍSTICAS DE LA MEDICION	
CIRCUITO O EQUIPO	TOTALIZADOR
ANALIZADOR UTILIZADO	PQA 824

	Fase 1	Fase 2	Fase 3
Voltaje F - F (V)	214.5	215.7	215.3
Voltaje F - N (V)	123.9	124.1	124.6
Corriente en operación (A)	54.1	51.3	52.3
Potencia Activa (kW)	6.5	6.1	6.2
Consumo Energía Activa Medido (kWh)	428.8		

	Promedio	Maximo	Minimo
Frecuencia (Hz)	60.0	60.1	59.9
Corriente en Neutro (A)	18.7	39.7	8.9
Cos Φ	-0.29	1.00	-1.00

Fuente: Elaboración propia. CORPOEMA 2014

Tal y como es posible ver en la tabla resumen, las mediciones realizadas en los diferentes circuitos evaluados permiten evidenciar las siguientes condiciones inadecuadas, que sugieren fallos y errores en el sistema evaluado.

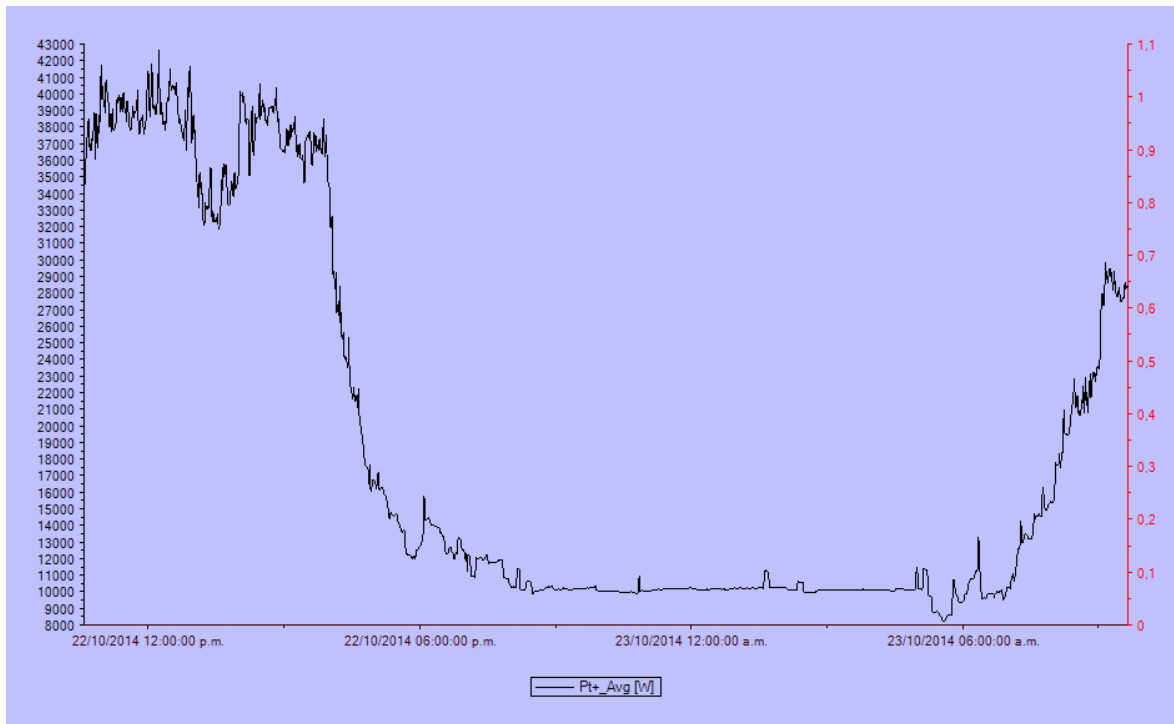
- Desbalance en corrientes por fase
- Elevada corriente en el neutro
- Factor de potencia por debajo de valores permitidos

A continuación detallamos cada una de las variables medidas en el totalizador de la sede:

- **Potencia Activa**

La medida de la potencia activa, indica que la carga máxima presentada en la sede ASAB es cercana a los 42 kW, no obstante la carga máxima teorica alcanza los 120 kW, ademas se puede notar que en la sede se presenta una carga base de 10 kW.

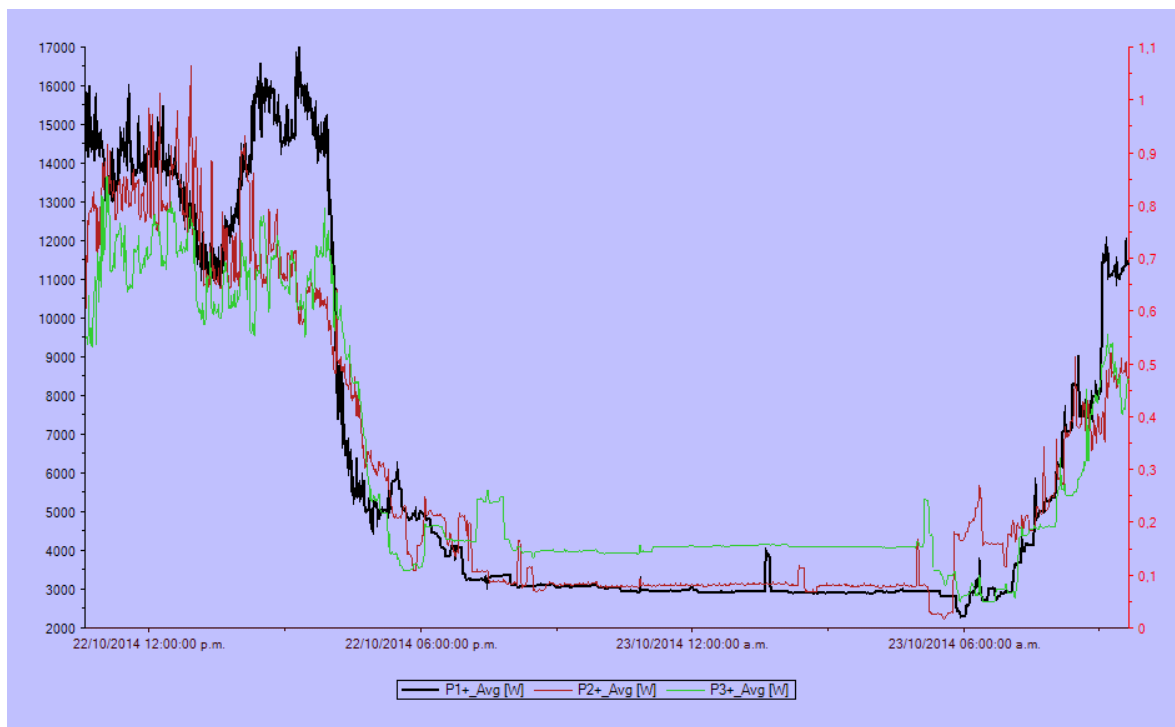
Figura 64. Potencia activa total – sede ASAB



Fuente: Elaboración propia. CORPOEMA 2014

La figura siguiente muestra la potencia activa de cada una de las fases, aunque se muestra un equilibrio entre las tres fases, la fase de mayor carga es la A, y la de mas baja carga es la B, se evidencia ademas que la maxima carga por fase es de 17 kW para la A, 16 kW para la fase B y 14 kW para la fase C.

Figura 65. Potencia activa Por fase – sede ASAB

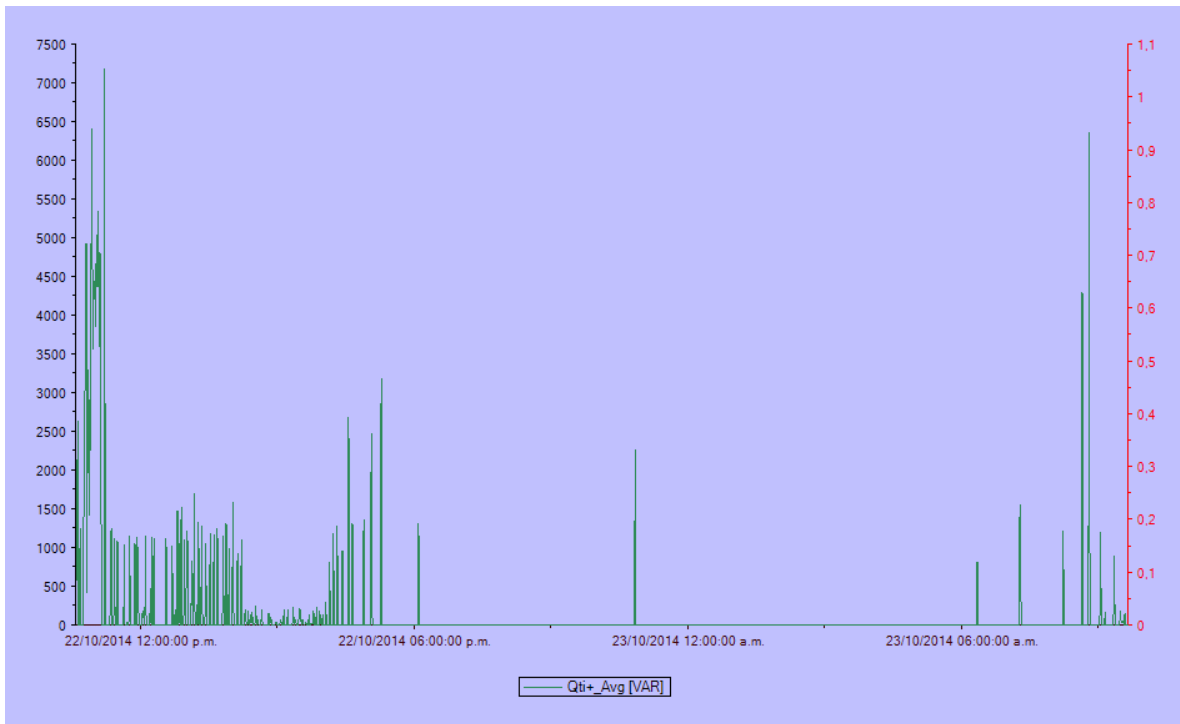


Fuente: Elaboración propia. CORPOEMA 2014

- **Potencia Reactiva**

La potencia reactiva se presenta en las instalaciones electricas cuando existen cargas inductivas y capacitivas, en el caso de la sede ASAB, la maxima potencia reactiva registrada es de 7 kVAr, la cual considerando el maximo de la potencia activa es del 17%. considerando que en la universidad la carga por fuentes que generan reactiva inductiva es de 33 kW, correspondiente a equipos en los que incluye motores tales como motores de proceso, compresores de refrigeración y aire acondicionado, estos equipos participan con el consumo de energia del 14.3% del total.

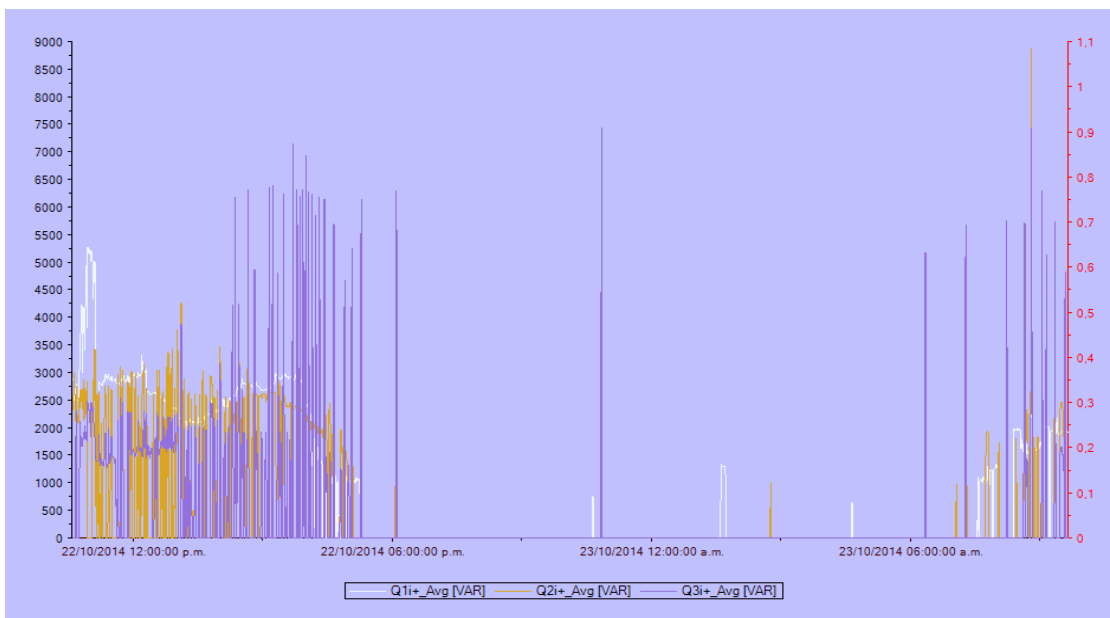
Figura 66. Potencia reactiva total – sede ASAB



Fuente: Elaboración propia. CORPOEMA 2014

La fase 3 es la que mas potencia reactiva genera en esta fase se alcanza niveles de 7.5 kVAR, lo cual representa el 66% del consumo total de potencia reactiva.

Figura 67. Potencia reactiva por fase – sede ASAB

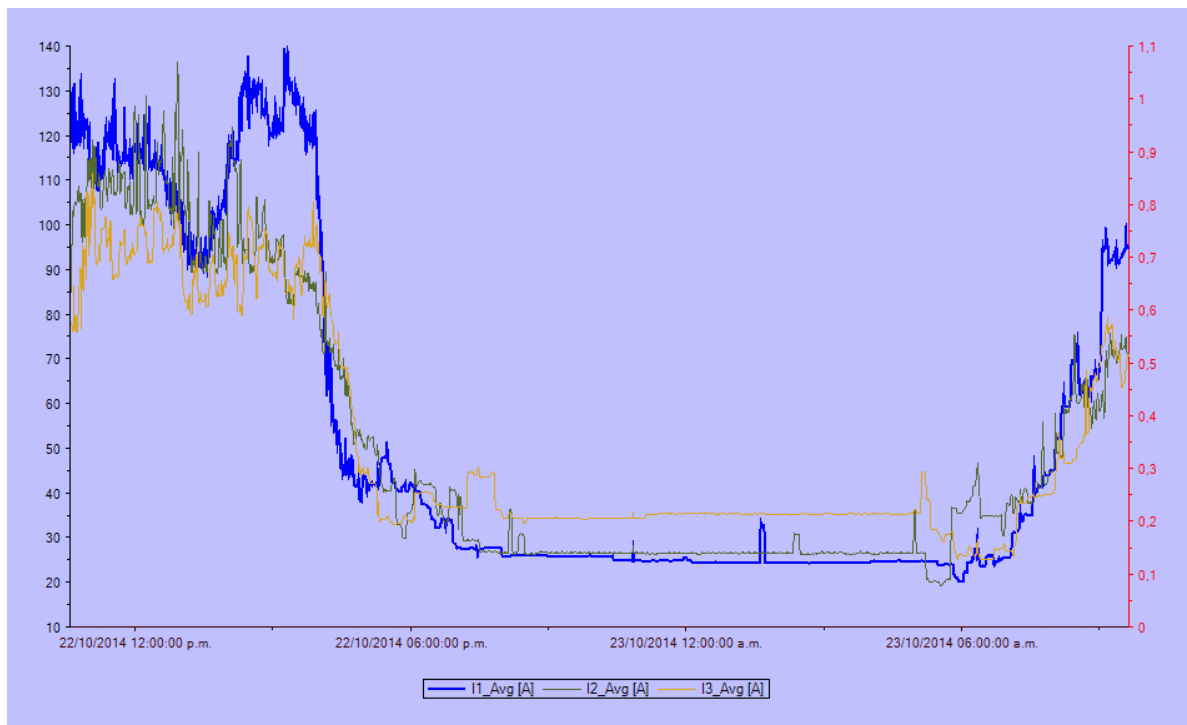


Fuente: Elaboración propia. CORPOEMA 2014

- **Corriente de líneas**

La figura a continuación permite observar el comportamiento de la corriente en cada una de las fases medidas. La variación en corriente entre la fase 2 y la fase 1 es de 44,8 A y la 37.1 A entre la fase 2 y la fase 3, valores importantes para corrientes de operación de entre 196 A Y 241 A.

Figura 68. Corriente por fase _Sede ASAB

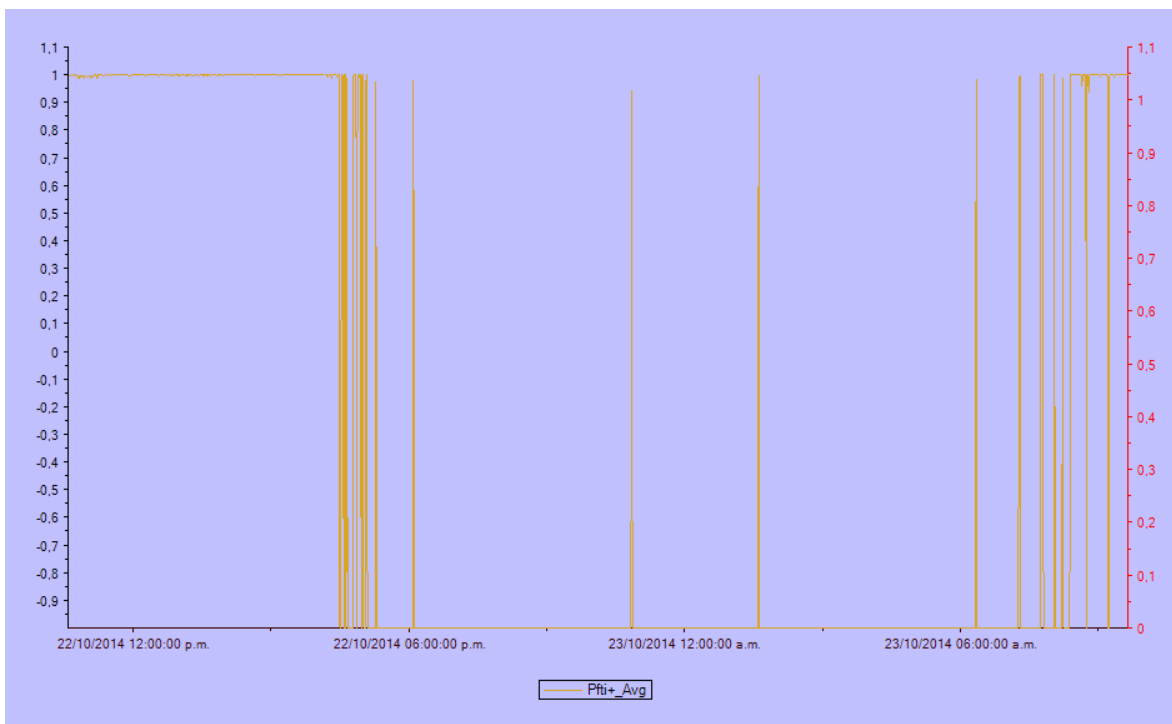


Fuente: Elaboración propia. CORPOEMA 2014

El desbalance de carga en un sistema puede poner en riesgo la integridad y correcta operación de este dado que muchos de los dispositivos que hacen parte de la instalación eléctrica son dimensionados inicialmente para operar a valores medios y no para valores máximos como los que se presentan en condición de desbalance de ahí que se pueda presentar sobrecalentamiento de conductores, deterioro y mala operación de interruptores y contactores, entre otros.

- **Factor de potencia**

Figura 69. Factor de potencia – sede el ASAB



Fuente: Elaboración propia. CORPOEMA 2014

El consumo de energía y potencia reactiva está entre los límites definidos por la CREG el factor de potencia es superior a 0.92, y oscila entre este valor y 0,96 inductivo, esta variación del factor de potencia conlleva al consumo de potencia reactiva, entre mayor sea el factor de potencia menor es el consumo por energía reactiva. Este factor se compensa entre otros mediante bancos de condensadores, baterías de condensadores, motores sincrónicos o sistemas de iluminación con balasto electrónico.

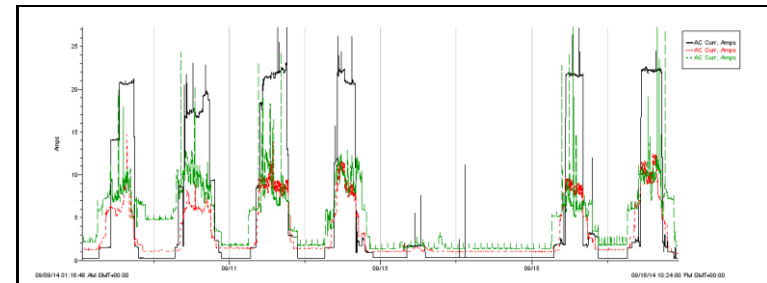
- **Mediciones de circuitos**

A continuación se muestra el comportamiento de las mediciones realizadas en los tableros de distribución principal.

CARACTERÍSTICAS DE LA MEDICION	
CIRCUITO O EQUIPO	Sala de ensayo F1
HOBO UTILIZADO	4 Canales
PINZA UTILIZADA	P100-02

RESULTADOS DE LA MEDICIÓN			
	FASE A	FASE B	FASE C
CONSUMO MENSUAL (kWh)	876.43	551.12	650.91
Corriente promedio en operación (A)	6.02	3.87	4.57
Horas de operación al día (h)	24.00	24.00	24.00
Potencia Promedio (W)	1217.3	765.45	904.04
Consumo Diario (kWh)	29.21	18.37	21.70

CARACTERÍSTICAS DE LA MEDICIÓN	
Fecha y hora de Medición	09/15/14 11:37:29 AM
Duración de la Medición	24 horas
Voltaje (V _{AC})	215
COS Φ	0.94
Se empleó un Data Logger HOBO y una pinza amperimétrica	
Calibración de la Pinza	1.002
Error de la Pinza (A)	0.112
Frecuencia de Medición (min)	1

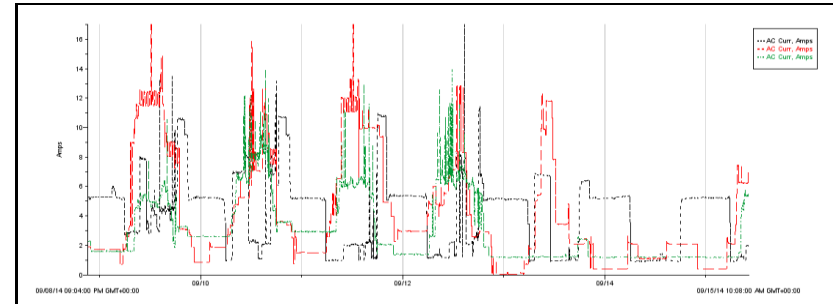


Circuito trifásico de la sala de ensayo, se evidencia un desbalanceo de corrientes entre las tres fases, siendo la fase A la de mayor consumo, seguido por la fase C y la fase B, la corriente máxima registrada por fase es: Fase A 27 A, Fase B 12 A y Fase C 17 A, en promedio las corrientes son: Fase A, 6,02A, Fase B 3.87 y Fase C 4.57 A.

CARACTERÍSTICAS DE LA MEDICIÓN	
CIRCUITO O EQUIPO	Circuito P5
HOBO UTILIZADO	4 Canales
PINZA UTILIZADA	P100-02

RESULTADOS DE LA MEDICIÓN			
	FASE A	FASE B	FASE C
CONSUMO MENSUAL (kWh)	296.94	478.50	287.06
Corriente promedio en operación (A)	3.82	6.15	3.69
Horas de operación al día (h)	24.00	24.00	24.00
Potencia Promedio (W)	412.4	664.58	398.70
Consumo Diario (kWh)	9.90	15.95	9.57

CARACTERÍSTICAS DE LA MEDICIÓN	
Fecha y hora de Medición	09-oct.-14
Duración de la Medición	24 horas
Voltaje (V _{AC})	120
COS Φ	0.9
Se empleó un Data Logger HOBO y una pinza amperimétrica	
Calibración de la Pinza	1.002
Error de la Pinza (A)	0.112
Frecuencia de Medición (min)	1

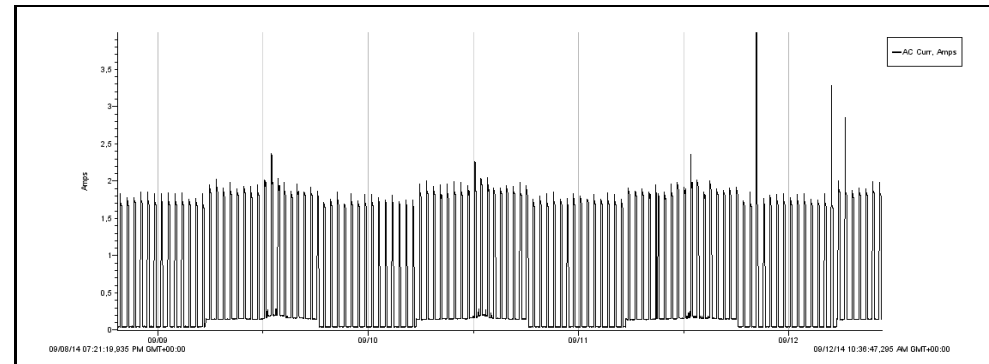


Este circuito trifásico presenta las corrientes de la fase A y C altas comparadas con la corriente de la fase B, la fase A presenta corrientes máximas de 13A, la fase B de 20 A y la fase C de 12 A, en promedio la corriente de la fase A es de 3,82 A, la fase B de 6,15 A y la fase C de 3,69 A.

CARACTERÍSTICAS DE LA MEDICION	
CIRCUITO O EQUIPO	Cafetería
HOBO UTILIZADO	4 canales
PINZA UTILIZADA	P50-07

RESULTADOS DE LA MEDICIÓN	
CONSUMO MENSUAL (kWh)	38.51
Corriente promedio en operación (A)	0.73
Horas de operación al día (h)	15.57
Potencia Promedio (W)	82.5
Consumo Diario (kWh)	1.28

CARACTERÍSTICAS DE LA MEDICIÓN	
Fecha y hora de Medición	09-nov.-14
Duración de la Medición	24 horas
Voltaje (V _{AC})	120
COS Φ	0.94
Se empleó un Data Logger HOBO y una pinza amperimétrica	
Calibración de la Pinza	1.002
Error de la Pinza (A)	0.086
Frecuencia de Medición (min)	1

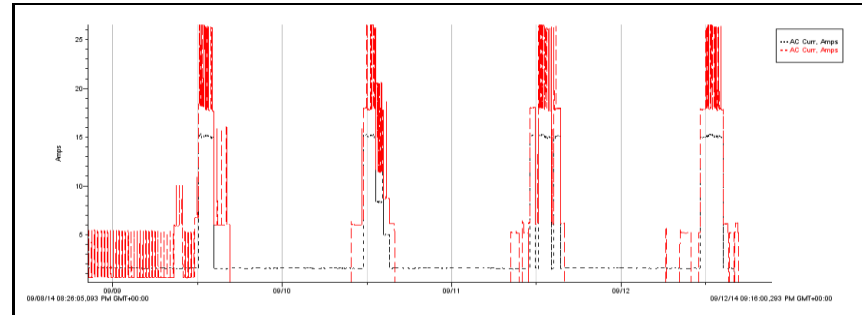


Este circuito de la cafetería muestra principalmente el consumo de un equipo de refrigeración, se alcanza máximos de 2.5 A y una corriente promedio de 0,73 A

CARACTERÍSTICAS DE LA MEDICION	
CIRCUITO O EQUIPO	Laboratorio P2
HOBO UTILIZADO	4 Canales
PINZA UTILIZADA	P100-02

RESULTADOS DE LA MEDICIÓN		
	Fase B	Fase C
CONSUMO MENSUAL (kWh)	283.76	297.34
Corriente promedio en operación (A)	3.49	13.77
Horas de operación al día (h)	24.00	6.67
Potencia Promedio (W)	394.1	1486.69
Consumo Diario (kWh)	9.46	9.91

CARACTERÍSTICAS DE LA MEDICIÓN	
Fecha y hora de Medición	09-nov.-14
Duración de la Medición	24 horas
Voltaje (V_{AC})	120
COS ϕ	0.94
Se empleó un Data Logger HOBO y una pinza amperimétrica	
Calibración de la Pinza	1.002
Error de la Pinza (A)	0.086
Frecuencia de Medición (min)	1



Esta medición muestra dos fases del circuito de laboratorios P2, se puede observar una fase de mayor corriente, siendo la fase 3, se presenta máximos en la fase B en 15A y en la fase B de 27A, en promedio la fase B consume 3.49A y la Fase C consume 13.77A.

6.5.1 Evaluación del sistema de iluminación

El equipo de trabajo realizó durante la evaluación energética un inventario de los equipos de iluminación instalados en la sede ASAB. Se tomaron los datos de la cantidad de luminarias su estado y la tecnología teniendo en cuenta el espacio en el que está localizada. Las siguientes tablas muestran este inventario por cada una de las tecnologías, para cada una de las áreas en las que está dividida la universidad.

Tabla 75. Potencia total instalada y energía consumida por iluminación piso 2

USO FINAL DE ENERGÍA	EQUIPO	ÁREA O PROCESO	POTENCIA (HP)	POTENCIA (W)	CANTIDAD	POTENCIA TOTAL (kW)	TIEMPO DE OPERACIÓN (horas/día)	CONSUMO (kWh/día)	
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Bienestar		17	32	0.54	6	3.264	
Iluminación	LFC	Bienestar			20	14	0.28	7	1.96
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Bienestar		32	8	0.26	7	1.792	
Iluminación	LFC	bodega iluminación y sonido Artes escénicas		20	1	0.02	7	0.14	
Iluminación	LFC	bodega iluminación y sonido Artes escénicas		26	1	0.03	7	0.182	
Iluminación	Incandescente	bodega iluminación y sonido Artes escénicas		40	3	0.12	7	0.84	
Iluminación	LFC	bodega iluminación y sonido Artes escénicas		26	3	0.08	7	0.546	
Iluminación	Incandescente Halógena	cuarto de bombas		150	1	0.15	1	0.15	
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	cuarto de moldes		59	2	0.12	3	0.354	
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T12	cuarto de moldes		75	3	0.23	3	0.675	
Iluminación	Incandescente	cuarto de seguridad		150	1	0.15	3	0.45	
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	cuarto de percusión sótano		32	2	0.06	7	0.448	
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T12	cuarto de percusión sótano		39	2	0.08	7	0.546	
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T12	área de mantenimiento		75	4	0.30	7	2.1	
Iluminación	LFC	área de mantenimiento		25	1	0.03	3	0.075	
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T12	área de mantenimiento		39	4	0.16	7	1.092	
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T12	cafetería estudiantes		75	14	1.05	2.5	2.625	
Iluminación	LFC	Biblioteca		25	5	0.13	7	0.875	
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Centro de documentación		17	72	1.22	4	4.896	
Iluminación	Haluro_Metalico	Centro de documentación		25	3	0.08	7	0.525	
Iluminación	Haluro_Metalico	Biblioteca		25	2	0.05	7	0.35	
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T12	Baños		75	2	0.15	5	0.75	

USO FINAL DE ENERGÍA	EQUIPO	ÁREA O PROCESO	POTENCIA (HP)	POTENCIA (W)	CANTIDAD	POTENCIA TOTAL (kW)	TIEMPO DE OPERACIÓN (horas/día)	CONSUMO (kWh/día)
Iluminación	LFC	Ed Artes Piso 2 Salón profesores		22	6	0.13	7	0.924
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Ed Artes Piso 2 Salón profesores Investigación		32	4	0.13	7	0.896
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Ed Artes Piso 2 Salón profesores Investigación Acreditación		32	4	0.13	7	0.896
Iluminación	LFC	Ed Artes Piso 2 Salón 208		17	4	0.07	7	0.476
Iluminación	LFC	Ed Artes Piso 2 Salón 207		22	2	0.04	7	0.308
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T12	Ed Artes Piso 2 Secretaria Académica		40	2	0.08	7	0.56
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Ed Artes Piso 2 Secretaria Académica		32	4	0.13	7	0.896
Iluminación	LFC	Ed Artes Piso 2 Sala de Sistemas Profesores		20	4	0.08	7	0.56
Iluminación	LFC	Ed Artes Piso 2 Sala de Piano		20	1	0.02	7	0.14
Iluminación	LFC	Ed Artes Piso 2 Auditorio Samuel Bedoya		25	12	0.30	7	2.1
Iluminación	Incandescente Halógena	Ed Artes Piso 2 Sala de Exposiciones		75	15	1.13	5	5.625
Iluminación	Incandescente Halógena	Ed Artes Piso 2 Sala de Exposiciones		35	15	0.53	7	3.675
Iluminación	LFC	Ed Artes Piso 2 Oficinas Sala de Exposiciones		22	2	0.04	7	0.308
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Ed Artes Piso 2 Decanatura		32	12	0.38	7	2.688
Iluminación	LFC	Ed Artes Piso 2 Decanatura Cocheta		27	2	0.05	7	0.378
Iluminación	LFC	Ed Artes Piso 2 Decanatura Baño		22	2	0.04	7	0.308
Iluminación	LFC	Ed Artes Piso 2 Pasillos		22	25	0.55	5	2.75
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Ed Artes Piso 2 Salón 210		32	4	0.13	7	0.896
Iluminación	LFC	Ed Artes Piso 2 Salón 210		22	5	0.11	7	0.77
Iluminación	LFC	Ed Artes Piso 2 Salón 211		22	4	0.09	7	0.616
Iluminación	LFC	Ed Artes Piso 2 Salón 212		20	5	0.10	7	0.7
Iluminación	LFC	Ed Artes Piso 2 Salón de Percusión		20	5	0.10	7	0.7
Iluminación	Incandescente Halógena	Ed Artes Piso 2 Salón de Percusión		75	1	0.08	5	0.375
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T12	Ed Artes Piso 2 Pasillo CPA		75	2	0.15	7	1.05
Iluminación	LFC	Ed Artes Piso 2 Pasillo CPA		22	2	0.04	7	0.308
Iluminación	LFC	Ed Artes Piso 2 Salón 216		22	1	0.02	7	0.154
Iluminación	LFC	Ed Artes Piso 2 Salón 217		27	1	0.03	7	0.189
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T12	Ed Artes Piso 2 Baños		75	2	0.15	7	1.05
Iluminación	LFC	Ed Artes Piso 2 CPA		20	1	0.02	7	0.14
Iluminación	LFC	Ed Artes Piso 2 Salón 219		22	2	0.04	7	0.308

Tabla 76. Potencia total instalada y energía consumida por iluminación piso 3

USO FINAL DE ENERGÍA	EQUIPO	ÁREA O PROCESO	POTENCIA (HP)	POTENCIA (W)	CANTIDAD	POTENCIA TOTAL (kW)	TIEMPO DE OPERACIÓN (horas/día)	CONSUMO (kWh/día)
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Ed Artes Piso 3 Salón 311		59	6	0.35	7	2.478
Iluminación	LFC	Ed Artes Piso 3 Salón 311		17	7	0.12	7	0.833
Iluminación	Incaandescente	Ed Artes Piso 3 Pasillo escalera		60	1	0.06	7	0.42
Iluminación	LFC	Ed Artes Piso 3 salón 310		17	4	0.07	7	0.476
Iluminación	LFC	Ed Artes Piso 3 salón 310		22	4	0.09	7	0.616
Iluminación	LFC	Ed Artes Piso 3 salón 312		17	9	0.15	7	1.071
Iluminación	LFC	Ed Artes Piso 3 salón 312		45	5	0.23	7	1.575
Iluminación	LFC	Ed Artes Piso 3 salón 313		22	3	0.07	7	0.462
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T12	Ed Artes Piso 3 salón 301		75	13	0.98	4.5	4.3875
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Ed Artes Piso 3 salón 301		59	1	0.06	7	0.413
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T12	Ed Artes Piso 3 salón 302		75	8	0.60	6	3.6
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T12	Ed Artes Piso 3 salón 303		75	16	1.44	4.5	6.48
Iluminación	LFC	Ed Artes Piso 3 salón 304		20	2	0.04	7	0.28
Iluminación	LFC	Ed Artes Piso 3 salón 307		22	12	0.26	7	1.848
Iluminación	Vapor_Sodio_Alta	Ed Artes Piso 3 Pasillos terraza		400	2	0.80	4.5	3.6
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T12	Ed Artes Piso 3 Pasillos 309		75	2	0.15	7	1.05
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T12	Ed Artes Piso 3 Consejería		75	2	0.15	7	1.05
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T12	Ed Artes Piso 3 Salón 309		75	10	0.75	4.5	3.375
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T12	Ed Artes Piso 3 Salón Proyecto de grado 308		75	2	0.15	7	1.05
Iluminación	LFC	Ed Artes Piso 3 Escalera Pasillo		22	2	0.04	7	0.308

Tabla 77. Potencia total instalada y energía consumida por iluminación edificio de música

USO FINAL DE ENERGÍA	EQUIPO	ÁREA O PROCESO	POTENCIA (HP)	POTENCIA (W)	CANTIDAD	POTENCIA TOTAL (kW)	TIEMPO DE OPERACIÓN (horas/día)	CONSUMO (kWh/día)
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T12	Ed Música Piso 1 Bodega		40	2	0.08	7	0.56
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Ed Música Piso 1 Bodega		59	2	0.12	7	0.826
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Ed Música Piso 1 Bodega		32	2	0.06	7	0.448
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Ed Música Piso 1 Bodega		17	6	0.10	7	0.714
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T12	Ed Música Piso 1 Salón S-33		75	1	0.08	7	0.525
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Ed Música Piso 1 Salón S-33		59	1	0.06	7	0.413
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Ed Música Piso 1 Salón S-33		17	2	0.03	7	0.238
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Ed Música Piso 1 Salón S-34		17	12	0.20	7	1.428
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Ed Música Piso 1 Salón S-40		17	24	0.41	7	2.856
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Ed Música Piso 1 Salón S-37		17	12	0.20	7	1.428
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Ed Música Piso 1 Salón S-38		17	16	0.27	7	1.904
Iluminación	LFC	Ed Música Piso 1 Pasillo		20	3	0.06	7	0.42
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Ed Música Piso 2 Salón 140		17	12	0.20	7	1.428
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Ed Música Piso 2 Baño		17	4	0.07	7	0.476
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Ed Música Piso 2 Salón 138		17	12	0.20	7	1.428
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Ed Música Piso 2 Centro de Documentación		17	24	0.41	7	2.856
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Ed Música Piso 3 Salón 232		17	32	0.54	6	3.264
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Ed Música Piso 3 Salón 233		17	8	0.14	7	0.952
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Ed Música Piso 3 Salón 234		17	36	0.61	6	3.672
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Ed Música Piso 3 Pasillos		17	16	0.27	7	1.904
Iluminación	LFC	Ed Música Piso 3 Pasillos		20	9	0.18	7	1.26
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Ed Música Piso 3 Salón 237		17	24	0.41	7	2.856
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Ed Música Piso 3 Salón 240		17	16	0.27	7	1.904
Iluminación	LFC	Ed Música Piso 3 Baños		17	4	0.07	7	0.476
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Ed Música Piso 4 Salón M-16		17	80	0.27	7	1.904
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Ed Música Piso 4 Salón M-17		17	36	0.61	5	3.06
Iluminación	LFC	Ed Música Piso 4 Pasillos		20	2	0.04	7	0.28
Iluminación	Incaandescente Halógena	Ed Música Piso 4 Pasillos Escalera		100	1	0.10	5	0.5
Iluminación	LFC	Ed Música Pasillos Escalera		20	6	0.12	7	0.84

Tabla 78. Potencia total instalada y energía consumida por iluminación otras áreas

USO FINAL DE ENERGÍA	EQUIPO	ÁREA O PROCESO	POTENCIA (HP)	POTENCIA (W)	CANTIDAD	POTENCIA TOTAL (kW)	TIEMPO DE OPERACIÓN (horas/día)	CONSUMO (kWh/día)
Iluminación	Incaandescente Halógena	Patio Caracas		70	12	0.84	6	5.04
Iluminación	Vapor_Sodio_Baja	Patio Caracas		250	4	1.60	6	9.6
Iluminación	LFC	pasillos		26	5	0.13	7	0.91
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	percusión y ensamble		56	1	0.06	7	0.392
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T12	percusión y ensamble		75	1	0.08	7	0.525
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T12	homos		39	2	0.08	7	0.546
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	homos		32	4	0.13	7	0.896
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T12	homos		75	4	0.30	7	2.1
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T12	maderas		75	18	1.35	6	8.1
Iluminación	LFC	pasillos primer piso		25	10	0.25	6	1.5
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	oficina de laboratorios		32	4	0.13	6	0.768
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T12	Oficina de la unidad de extensión		75	2	0.15	7	1.05
Iluminación	LFC	Escenario 125		25	12	0.30	7	2.1
Iluminación	Vapor_Sodio_Alta	Escenario 126		1000	15	15.00	0.1	1.5
Iluminación	Vapor_Sodio_Alta	movi		1000	1	1.00	2	2
Iluminación	LFC	Pasillos		25	9	0.23	6	1.35
Iluminación	LFC	Pasillos		25	7	0.18	6	1.05
Iluminación	Mercurio	Parqueadero		150	16	2.40	5	12
Iluminación	Haluro_Metalico	Parqueadero		150	4	0.60	7	4.2
Iluminación	LFC	Parqueadero		25	2	0.05	7	0.35

USO FINAL DE ENERGÍA	EQUIPO	ÁREA O PROCESO	POTENCIA (HP)	POTENCIA (W)	CANTIDAD	POTENCIA TOTAL (kW)	TIEMPO DE OPERACIÓN (horas/día)	CONSUMO (kWh/día)
Iluminación	LFC	sótanos Áreas comunes		26	5	0.13	7	0.91
Iluminación	LFC	sótanos Áreas comunes		20	12	0.24	7	1.68
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T12	sótanos Áreas comunes		75	4	0.30	7	2.1
Iluminación	LFC	primer piso Salón A110		26	6	0.16	6	0.936
Iluminación	LFC	primer piso Salón A110		20	3	0.06	6	0.36
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	primer piso Salón A110		32	6	0.19	6	1.152
Iluminación	LFC	primer piso Salón A108		20	4	0.08	6	0.48
Iluminación	LFC	primer piso Salón 106		25	1	0.03	6	0.15
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T12	primer piso Salón 110		75	4	0.30	7	2.1
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T12	Primer Piso Salón 115		75	8	0.60	7	4.2
Iluminación	LFC	Primer Piso Salón 114		25	6	0.15	7	1.05
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T12	Primer piso Salon 102		75	6	0.45	6	2.7
Iluminación	LFC	Primer piso Salon 103		25	4	0.10	6	0.6
Iluminación	LFC	Primer piso Salon 105		25	1	0.03	6	0.15
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Primer piso Salon 112		32	12	0.38	7	2.688

USO FINAL DE ENERGÍA	EQUIPO	ÁREA O PROCESO	POTENCIA (HP)	POTENCIA (W)	CANTIDAD	POTENCIA TOTAL (kW)	TIEMPO DE OPERACIÓN (horas/día)	CONSUMO (kWh/día)
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T12	taller de papel		39	12	0.47	3	1.404
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T12	taller de vitral		75	4	0.30	4	1.2
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T12	taller de vitral		39	4	0.16	4	0.624
Iluminación	LFC	taller de vitral		25	4	0.10	4	0.4
Iluminación	LFC	taller de grabado		25	11	0.28	7	1.925
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T12	taller de grabado		75	8	0.60	7	4.2
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	taller de grabado		59	2	0.12	7	0.826
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	taller de grabado		32	4	0.13	6	0.768
Iluminación	LFC	taller de litografía		25	4	0.10	7	0.7
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T12	taller de litografía		75	9	0.68	7	4.725
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T12	taller de litografía		75	4	0.30	7	2.1
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T12	taller de cerámica		75	5	0.38	7	2.625
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T12	taller de cerámica		39	4	0.16	7	1.092
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	taller de cerámica		32	2	0.06	7	0.448
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	Taller de video		32	2	0.06	7	0.448
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T12	Taller de metales		75	8	0.60	7	4.2
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T12	Taller de metales		32	6	0.19	7	1.344

Dentro del inventario realizado también se inventariaron las luminarias que se encontraban dañadas, existe un alto porcentaje de lámparas dañadas, el cual es de 88 lo cual representa un 12% del total dañadas.

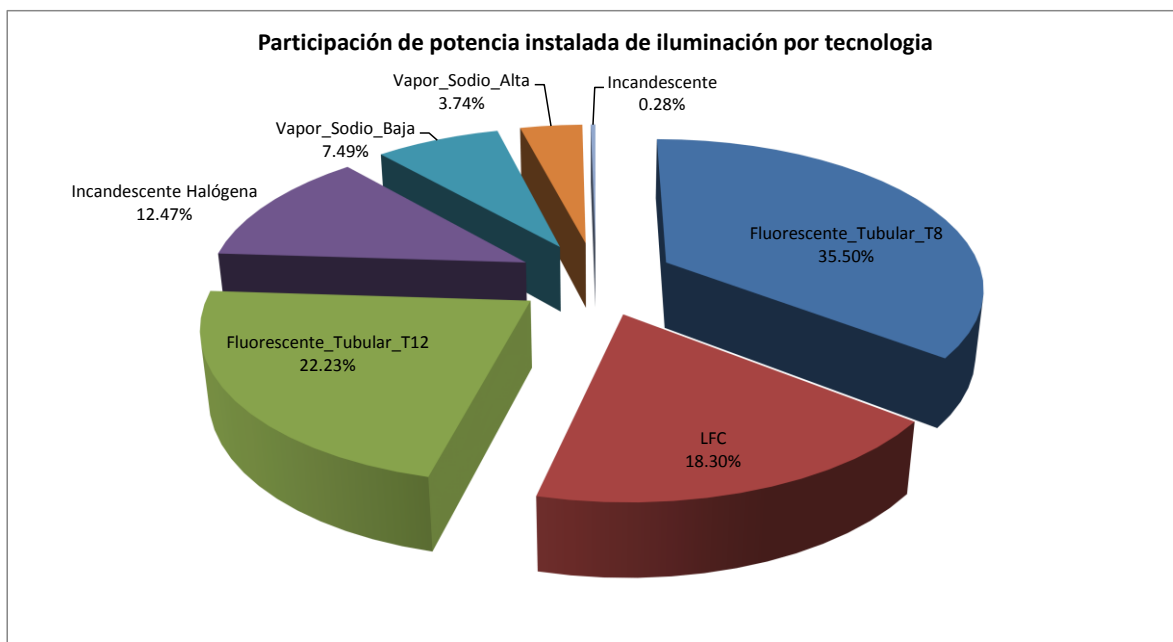
La tabla siguiente resume la potencia instalada y la energía consumida por tipo de lámpara, nótese que la capacidad total instalada por este concepto es de 21.37 kW.

Tabla 79. Potencia total instalada y energía consumida por tipo de lámpara

EQUIPO	POTENCIA TOTAL (kW)	CONSUMO DE ENERGIA(kWh/día)	CANTIDAD DE BOMBILLOS
Fluorescente_Tubular_T8	7.59	50.18	452.00
LFC	3.91	26.27	172.00
Fluorescente_Tubular_T12	4.75	24.74	62.00
Incandescente Halógena	2.67	15.22	44.00
Vapor_Sodio_Baja	1.60	9.60	4.00
Vapor_Sodio_Alta	0.80	3.60	2.00
Incandescente	0.06	0.42	1.00
Total general	21.37	130.02	737.00

La figura siguiente muestra gráficamente la participación por tecnología, las lámparas Fluorescente T8 son las que presentan mayor potencia instalada con una participación del 35.50%, seguido por las tubulares T12 con el 22.23% y las LFC con el 18.30%.

Figura 70. Participación por potencia instalada en iluminación por tecnología



El Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público – RETILAP, establece condiciones mínimas, máximas y promedio de los niveles de iluminación en diferentes áreas, la tabla siguiente muestra específicamente estos niveles en las áreas de oficina, áreas generales y zonas más específicas.

La medición de los niveles de iluminación se realizó para el edificio de música el cual se encuentra ubicado en la sede Artes de la universidad Distrital en horas de la tarde (1:00 pm a 3:00 pm) en un día soleado algo nublado. La iluminación de los lugares medidos estaba encendida; el sistema de luminaria encontrada en todos los lugares medidos fue luminaria de 4 tubos Fluorescentes de 17 Watts T8

Se maneja la siguiente convención para los puntos medidos de iluminación



- Cumple RETILAP
- No Cumple RETILAP
- Fuente de iluminación Natural (ventana)

Según el reglamento técnico de iluminación y alumbrado público los niveles de iluminación en salones de clase en centros educativos debe encontrarse entre 300 y 1000 (lx)

Edificio Musica Biblioteca

4	235	138	287
91	356	214	244
4	273	290	171
62	255	175	224
4	319	197	267
61	313	258	203
4	356	370	135
55			
5			
14			
5			
23			
5			
02			

- Niveles de iluminación no encuentra dentro del rango permitido
- Distribución de niveles de iluminación no muy buenas (no hay uniformidad)
- Bajos niveles de iluminación en zonas que no están cerca a fuentes de iluminación natural
-

Salón 312 (Baile) Piso 3

443	509	610
509	490	1133
469	549	867
455	563	840
541	520	914
481	509	476
493	470	335
505	441	458
439	532	745
519	505	454
440	529	644
460	521	768
522	511	528
473	561	397

- Niveles de iluminación se encuentran dentro del rango permitido
- Distribución uniforme de iluminación
- Fuentes de iluminación natural permiten una buena distribución de iluminación en el recinto

Salon 301 (Danzas) Piso 3

530	554	633
554	657	543
532	521	469
620	567	605
594	654	629
475	470	603

- Niveles de iluminación se encuentran dentro del rango permitido
- Distribución uniforme de iluminación
- Fuentes de iluminación natural permiten una buen

468	554	514
641	511	622
459	464	479
610	458	518
476	511	613
603	601	651
498	453	562
527	558	486

distribución

Ed Música Piso 1 Salón S-34

243	275	291
220	241	244
269	273	303

- Distribución de niveles de iluminación no muy buenas (no hay uniformidad)
- Bajos niveles de iluminación
- Luminaria Fluorescente T8 17 watt en luminarias de 4 tubos
- No hay iluminación natural

Ed Música Piso 1 Salón S-40

258	271	219
194	186	186
280	194	215

- Distribución de niveles de iluminación no muy buenas (no hay uniformidad)
- Bajos niveles de iluminación
- Luminaria Fluorescente T8 17 watt en luminarias de 4 tubos
- No hay iluminación natural

salón de piano

612	638	784
904	584	655
868	985	938

- Niveles de iluminación se encuentran dentro del rango permitido
- niveles de iluminación adecuados
- Buena iluminación natural

- Los niveles de iluminación más altos se encuentran en los pisos superiores del edificio de Artes en donde se aprovecha en buena medida la iluminación natural. los niveles más bajos se encuentran en los pisos inferiores del Edificio de música en

donde los niveles de iluminación no pasan los niveles permitidos según el reglamento de iluminación RETILAP.

Dado lo anterior en resumen de las evaluaciones realizadas y considerando el concepto de confort visual el cual es muy importante para evitar la posibilidad de la tensión ocular y dolores de cabeza, por lo que es necesario limitar la intensidad de luz o posibles fuentes e deslumbramiento en el campo visual, o en su defecto los niveles bajos de iluminación también producen cansancio visual y dolor de cabeza, además que agota y esfuerza el ojo. En los espacios de enseñanza o salones de clase, es necesario un nivel mínimo de iluminancia y una uniformidad de iluminación relativamente alta, caso que para la muestra de salones evaluados no se está presentando, ya que en las áreas de las ventanas dada la iluminación exterior alcanza niveles por encima de los 1000 lx, y en los sitios alejados de las ventanas baja hasta por debajo de los niveles mínimos requeridos de 300 lx, esto genera una uniformidad baja como se muestra en las tablas anteriores, esto lleva a que es necesario equilibrar poniendo persianas en las ventanas a fin de controlar el deslumbramiento por la luz del sol y cambiar las lámparas de iluminación artificial, asegurando mínimo 300 lx en los salones de clase, se evidencia además el alto uso de lámparas T12 con balasto electromagnético, el cual presenta un efecto estroboscópico y los niveles de iluminación que emite la fuente de luz es baja comparada con otras tecnologías fluorescentes y la depreciación lumínica es considerable en función del tiempo, por tanto la mejor recomendación es sustituir este tipo de tecnología por fluorescente tubular T8 o T5 ya que debido al balasto electrónico que traen no presenta el efecto estroboscópico, y la depreciación luminosa no disminuye del 80% en la vida útil de la lámpara.

6.5.2 Otros equipos

En la sección 6.4.1, se describe el inventario de equipos ofimáticos y otros equipos, la participación de equipos ofimáticos se resume en la siguiente tabla. Se nota que el uso de los computadores es masivo en las instalaciones, a partir de las visitas de recorrido se evidencia que varios de los funcionarios y estudiantes no apagan o ponen en modo hibernar los computadores, en esta medida o buena práctica existe un ahorro potencial de energía, considerando que el uso de los equipos ofimáticos participan con el 9.6% del consumo de energía eléctrica.

Tabla 80. Participación del consumo de los equipos ofimáticos

EQUIPO	POTENCIA TOTAL (kW)	CONSUMO DE ENERGIA(kWh/día)	CANTIDAD
PC monitor LCD	2.96	18.76	42.00
Rack de Comunicaciones	0.30	2.10	2.00
PC monitor CRT	0.18	1.26	2.00
Impresora de tinta	0.90	0.08	7.00
Escáner	0.15	0.01	1.00
Impresora multifuncional Tinta	0.15	0.01	1.00
Total general	4.64	22.23	55.00

6.6 DETERMINACIÓN DE POTENCIALES DE EFICIENCIA ENERGÉTICA

6.6.1 SISTEMA DE ILUMINACIÓN

Dado que el porcentaje de participación de lámparas T12 es alto, al igual que las luminarias con lámparas de vapor de sodio, se propone sustituir se obtendrían algunos ahorros en potencia instalada como en consumo de energía, la tabla siguiente muestra el consumo por tecnología.

Tabla 81. Potencia instalada y energía consumida con sustitución

EQUIPO	POTENCIA TOTAL (kW)	CONSUMO DE ENERGIA(kWh/día)	CANTIDAD DE BOMBILLOS
Fluorescente_Tubular_T8	7.59	50.18	452.00
LFC	3.91	26.27	172.00
Fluorescente_Tubular_T12	4.75	24.74	62.00
Incandescente Halógena	2.67	15.22	44.00
Vapor_Sodio_Baja	1.60	9.60	4.00
Vapor_Sodio_Alta	0.80	3.60	2.00
Incandescente	0.06	0.42	1.00
Total general	21.37	130.02	737.00

Considerando 2 escenarios de sustitución, los cuales están definidos por:

- Escenario 1: Sustitución de luminarias con lámparas T12 por luminarias especulares con lámparas T8 (las T12 de 40 W por T8 de 32 W y las de 75 W T12 por 54 W en T8), sustitución de halógenos de 35 W por LED de 9 W, sustitución de mercurio y vapor de sodio de 150 W por LED de 50 W, 400 W por 150 W y de 1000 W por 400 W en LED.

- Escenario 2: Sustitución de luminarias con lámparas T12 por luminarias especulares con lámparas LED (las T12 de 40 W por LED de 17 W y las de 75 W T12 por 36 W en LED), sustitución de halógenos de 35 W por LED de 9 W, sustitución de mercurio y vapor de sodio de 150 W por LED de 50 W, 400 W por 150 W y de 1000 W por 400 W en LED.

Tabla 82. Potencial de ahorro día escenario 1

EQUIPO	CANTIDAD DE BOMBILLOS	SUSTITUCIÓN 1		ESCENARIO 1 (T8+LED)	
		POTENCIA TOTAL (kW)	CONSUMO DE ENERGIA(kWh/día)	AHORRO EN POTENCIA (kW)	AHORRO EN ENERGÍA (kWh)
Fluorescente_Tubular_T8	452	7.586	50.178	0.00	0.00
LFC	172	3.91	26.27	0.00	0.00
Fluorescente_Tubular_T12	62	3.26	17.12	1.49	7.61
Incandescente Halógena	44	0.56	3.11	2.10	12.11
Vapor_Sodio_Baja	4	0.50	3.00	1.10	6.60
Vapor_Sodio_Alta	2	0.30	1.35	0.50	2.25
Incandescente	1	0.01	0.06	0.05	0.36
Total general	737	16.127	101.094	5.244	28.9265

Tabla 83. Potencial de ahorro día escenario 2

EQUIPO	CANTIDAD DE BOMBILLOS	SUSTITUCIÓN 2		ESCENARIO 2 (LED)	
		CONSUMO DE ENERGIA(kWh/día)	AHORRO EN POTENCIA (kW)	AHORRO EN POTENCIA (kW)	AHORRO EN ENERGÍA (kWh)
Fluorescente_Tubular_T8	452	7.586	50.178	0.00	0.00
LFC	172	3.71	3.91	26.27	22.36
Fluorescente_Tubular_T12	62	2.16	11.29	2.59	13.44
Incandescente Halógena	44	0.56	3.11	2.10	12.11
Vapor_Sodio_Baja	4	0.50	3.00	1.10	6.60
Vapor_Sodio_Alta	2	0.30	1.35	0.50	2.25
Incandescente	1	0.01	0.06	0.05	0.36
Total general	737	14.819	72.905	32.618	57.1

A partir de las anteriores opciones de sustitución se logra con el escenario 1 un ahorro potencial de 9.51 % y un ahorro potencial del 18.78% para el escenario 2.

En cuanto a buenas prácticas en los sistemas de iluminación consideramos lo siguiente:

- Usar más la luz natural. Abrir las cortinas y persianas para aprovechar al máximo la luz natural durante las labores diarias que así lo permitan, principalmente en las oficinas administrativas.
- Elaborar un plan de mantenimiento y limpieza para las lámparas y luminarias. La calidad del alumbrado disminuye si las lámparas y los accesorios no están limpios. Las capas de polvo sobre lámparas y reflectores disminuyen la salida de la luz, por lo que deben limpiarse por lo menos una vez al año.

- Las luminarias fluorescentes T12 pierden su luminosidad a medida que disminuye su vida útil. Se deben reemplazar de conformidad con las especificaciones técnicas que proporciona el fabricante. Las fluorescentes modernas, como las T8 y T5, mantienen una mejor luminosidad durante su vida útil. Es decir tienen menor depreciación lumínica.
- Utilizar colores claros en paredes, cielorraso y pisos. Los colores claros reflejan más luz en los espacios interiores. Con una selección apropiada de ellos para paredes, cielorrasos y pisos, se pueden disminuir considerablemente las necesidades de iluminación.
- Apagar las luces que no se estén utilizando. Cuando se tienen áreas con horarios fijos bien establecidos se debe reducir al máximo las horas de uso de la iluminación artificial.
- Usar luces de tarea. Para ciertos trabajos se puede reducir la luz de fondo y trabajar con una que enfoque en el punto específico de trabajo, por ejemplo, en los escritorios de oficinas o en mesas de lectura.
- Reemplazar las luces incandescentes por fluorescentes compactas. La lámpara fluorescente resulta la más económica a mediano y largo plazo; casi todas las luces pueden ser sustituidas sin ningún cambio notable en las instalaciones existentes. Las lámparas fluorescentes compactas estándar no son atenuables, por lo que no pueden utilizarse con dimmers o interruptores con luz piloto, aunque actualmente ya es factible adquirir modelos diseñados específicamente para ser usados con éstos.

6.6.2 EQUIPOS OFIMÁTICOS

En el tema de manejo de equipos ofimáticos, la medida de ahorro que más impacta en la disminución del consumo de energía en los computadores es apagar o poner en estado de hibernar los computadores en las horas del almuerzo y a la salida del funcionario o estudiante, implementando esta medida o buena práctica operativa, se estima un ahorro potencial de 5.6 % en el consumo de energía en computadores, pasando de 22.23 kWh/día a 20.9 kWh/día por el uso de equipos ofimáticos.

Tabla 84. Potencia instalada y energía consumida de equipos ofimáticos

EQUIPO	POTENCIA TOTAL (kW)	CONSUMO DE ENERGIA(kWh/día)	CANTIDAD
PC monitor LCD	2.96	18.76	42.00
Rack de Comunicaciones	0.30	2.10	2.00
PC monitor CRT	0.18	1.26	2.00
Impresora de tinta	0.90	0.08	7.00
Escáner	0.15	0.01	1.00
Impresora multifuncional Ti	0.15	0.01	1.00
Total general	4.64	22.23	55.00

Además se propone sustituir los actuales monitores CRT por tipo LED, y gradualmente los de tipo LCD por tipo LED ya que el consumo es mucho menor.

Figura 71. Potencial de ahorro por sustitución de monitores CRT y LCD por LED

EQUIPO	CANTIDAD	SUSTITUCIÓN 1		ESCENARIO 1 (CRT+LCD)	
		POTENCIA TOTAL (kW)	CONSUMO DE ENERGIA(kWh/día)	AHORRO EN POTENCIA (kW)	AHORRO EN ENERGÍA (kWh)
PC monitor LCD	42	1.26	7.98	1.70	10.78
Rack de Comunicaciones	2	0.30	2.10	0.00	0.00
PC monitor CRT	2	0.06	0.42	0.12	0.84
Impresora de tinta	7	0.9	0.081	0.00	0.00
Escáner	1	0.15	0.01	0.00	0.00
Impresora multifuncional Tinta	1	0.15	0.01	0.00	0.00
Total general	55	2.82	10.608	1.82	11.62

Existen otras medidas de ahorro mediante buenas prácticas operativas las cuales son fáciles de implementar en los puestos de trabajo:

- Configurar los modos de ahorro de energía de los equipos en stand-by o hibernar para evitar consumos innecesarios fuera del horario laboral de la oficina.
- Al acabar la jornada laboral, muchos ordenadores, monitores e impresoras siguen consumiendo energía aunque nadie los use al permanecer en posición stand-by (con el piloto luminoso encendido), e incluso aunque estén apagados del todo, por el simple hecho de permanecer conectados a la red. Algunos dispositivos ópticos, como teclados o ratones, siguen también encendidos aunque se haya apagado el ordenador. Por eso es importante desconectar todos los equipos por completo de la red.
- Para evitar estos “consumos fantasma” tan habituales en una oficina y asegurarse de que no se producen consumos de energía innecesarios en modo espera durante las ausencias nocturnas, festivos y fines de semana, se recomienda conectar todos los equipos de una zona de trabajo en una base de enchufes múltiple, o

multitomas, con interruptor, de manera que al acabar la jornada laboral se puedan apagar todos a la vez de la toma de corriente pulsando el interruptor de la regleta.

- Al ajustar el brillo de la pantalla a un nivel medio se ahorra entre un 15-20% de energía. Con el brillo a un nivel bajo, fijado así en muchos portátiles por defecto cuando funcionan con la batería, el ahorro llega hasta el 40%
- Elegir imágenes con colores oscuros para el fondo de pantalla del escritorio. En promedio, una página blanca requiere 74 W para desplegarse, mientras que una oscura necesita sólo 59 W (un 25% de energía menos).
- El salvapantallas que menos energía consume es el de color negro, ahorra una media de 7,5 Wh frente a cualquier salvapantallas animado. Es recomendable configurarlo para que se active tras 10 minutos de inactividad.
- Al imprimir o fotocopiar documentos, es conveniente acumular los trabajos de impresión (ya que durante el encendido y apagado de estos equipos es cuando más energía se consume), y realizar los trabajos de impresión a doble cara y en calidad de borrador. Además de papel, se ahorra también energía, agua y tóner/tinta. Los empleados deberán asegurarse que los equipos permanecen correctamente apagados al finalizar la jornada laboral.

6.7 GESTIÓN DE INDICADORES

En la mayoría de las instalaciones o edificaciones públicas no hay una administración que tome en consideración los temas de Eficiencia Energética; esto significa que el consumo de energía para satisfacer las distintas necesidades de las instituciones (según su funcionalidad) es desconocida, es decir, no hay políticas, recursos e incentivos para hacerla eficiente. Por esta razón, es posible que se esté incurriendo en mayores costos económicos y/o insatisfacción de los funcionarios con las condiciones medioambientales de trabajo.

En la gestión de la eficiencia energética se requiere medir y evaluar continuamente el comportamiento de las variables de control y en general de las acciones en relación con estrategias y objetivos para alcanzar una meta o potencial ahorro en el consumo de energía, por lo tanto los indicadores son relaciones y cantidades que pueden ser definidos en diversos ámbitos con los siguientes objetivos:

- Hacer un seguimiento de los cambios y tendencias temporales de la eficiencia energética,
- Establecer comparaciones con otras edificaciones del sector oficial y privado a nivel nacional o internacional,
- Facilitar la toma de decisiones en materia de programas energéticos, y para valorar el desempeño de nuevas tecnologías.

- Realizar un seguimiento al nivel de impacto ambiental derivado del consumo energético.
- Total del consumo de energéticos consumidos en el país y generación de energía eléctrica, este indicador muestra los históricos de consumos de energía y su comportamiento.

Con el fin de implementar y hacer seguimiento de indicadores energéticos en la sede ASAB de la Universidad Distrital es necesario implementar las bases de un programa de gestión integral de la energía, el cual debe iniciar con la selección de un grupo gestor. Este grupo debe ir conformado mínimo con un representante del grupo de mantenimiento, un profesional o tecnólogo del grupo operativo y un delegado de la administración. Las funciones de este grupo gestor entre otras es implementar, monitorear y hacer seguimiento a los indicadores energéticos, hacer seguimiento a las recomendaciones dadas en esta evaluación, difundir y capacitar a los funcionarios, docentes y estudiantes en el tema de buenas prácticas operativas, promover la toma de conciencia de las acciones y de los objetivos para asegurar una cultura de eficiencia u optimización del consumo de la energía a todo nivel mediante campañas de comunicación externa e interna y motivar al personal.

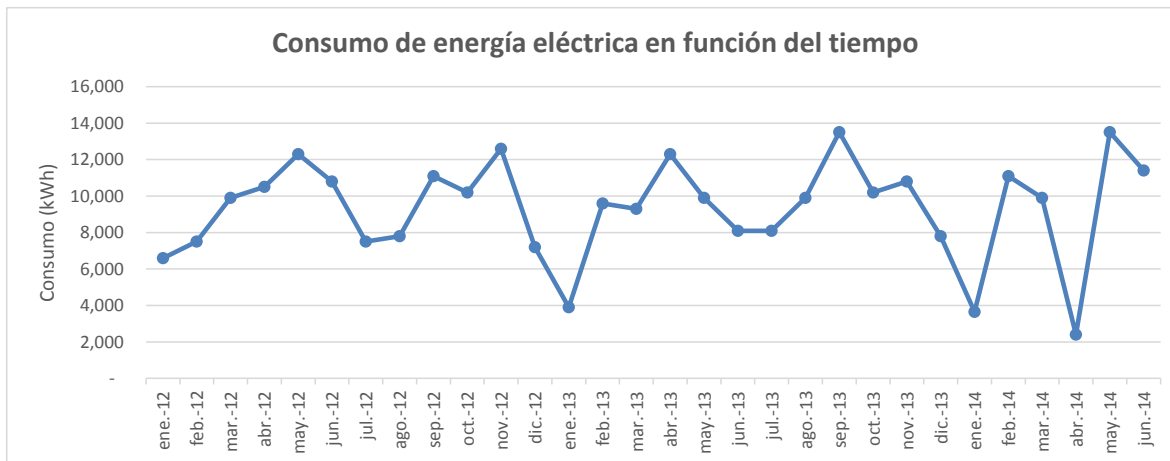
Algunos de los indicadores a implementar en la sede, son:

6.7.1.1 Consumo de energía eléctrica

Este indicador o tipo de indicadores, se determina a partir de la información de consumos totales de energía eléctrica. Este indicador está dado en unidades de kWh. Inicialmente se implementara mensualmente y a medida que se incluya el tema de gestión de energía y se acople el personal con la metodología de toma y seguimiento de información, a futuro llevarlo a valor diario.

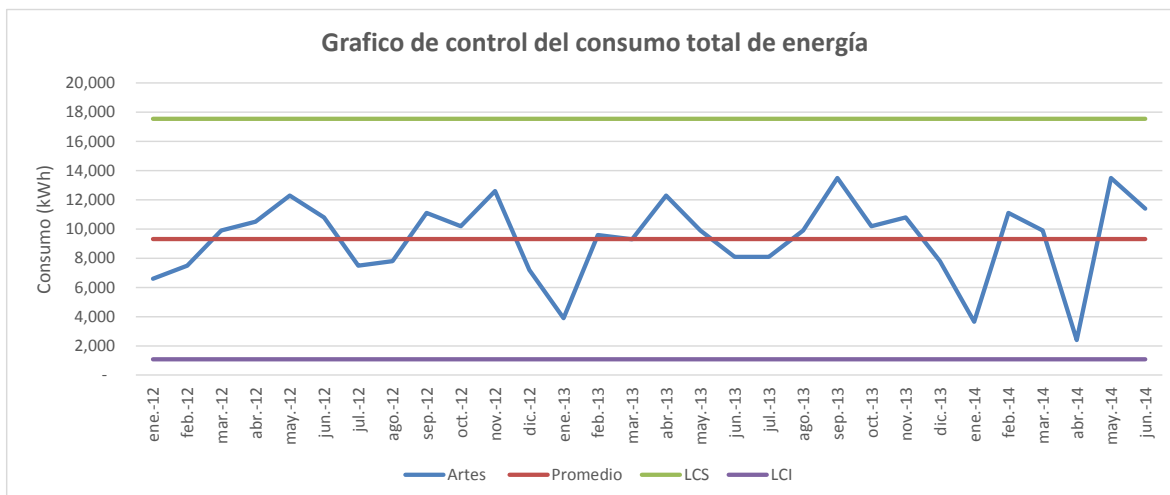
La figura siguiente muestra el consumo de energía eléctrica de enero de 2012 a junio de 2014, el comportamiento es muy variable mes a mes, presentándose los mínimos en los meses de enero y abril y los máximos de consumo en septiembre y noviembre.

Figura 72. Consumo de energía eléctrica



La figura siguiente muestra el grafico de control del consumo de energía eléctrica, esta figura muestra, los limites en los cuales se considera normal los consumos de energía, no obstante que al acercarse o sobrepasar los límites superiores conlleva a ineficiencias energéticas u operaciones anormales.

Figura 73. Gráfico de control del consumo de energía eléctrica



Este gráfico de control se usa como instrumento de autocontrol y resultan muy útiles como complemento a los diagramas causa y efecto, para detectar en cuales fases del proceso analizado se producen las alteraciones. La importancia de este tipo de gráficos de control es:

- Conocer si las variables evaluadas están bajo control o no.
- Conocer los límites en que se puede considerar la variable bajo control.

- Identificar los comportamientos que requieren explicación e identificar las causas no aleatorias que influyen en el comportamiento de los consumos.
- Conocer la influencia de las acciones correctivas sobre los consumos o costos energéticos.

6.7.1.2 Indicadores específicos de consumo

La tabla siguiente muestra los indicadores específicos de consumo a implementar en la sede ASAB, estos indicadores se basan en experiencias internacionales implementados en este tipo de edificaciones en países como Chile, México y España. Los indicadores específicos propuestos son: Relación de consumo de energía por unidad de superficie construida, relación de consumo de energía por personal (funcionario, docente y estudiante), relación de consumo de energía por superficie y uso final de iluminación y la potencia instalada por iluminación de superficie construida: kW/m². Para el caso de la construcción del indicador específico por personal no se considera el número de estudiantes ya que es el total y no se puede comparar en el caso de vacaciones ya que el indicador sería muy elevado, no obstante se recomienda hacer seguimiento al número de visitantes o asistentes a la sede de la Universidad Distrital y validar el número total mensual, a fin de ajustar este indicador y poder hacer seguimiento.

A continuación se describen cada uno de los indicadores propuestos:

- Consumo de energía eléctrica: Dado en kWh, como primer acercamiento al seguimiento de esta variable se inicia con el registro que reporta en la factura la empresa comercializadora de energía, pero seguimiento al consumo es más efectivo si se hiciera semanalmente o diariamente, ya que se puede identificar acciones que incrementen el consumo de energía y se puede actuar de forma rápida y no se espera hasta que llegue la factura de energía el mes siguiente. La idea es que semana a semana el mismo día y a la misma hora o día a día a la misma hora se registre el consumo de energía mostrado en el contador de la empresa el cual se halla al inicio de la acometida principal.
- Consumo específico por personal: Esta dado en kWh/personal, este indicador se construye a partir de la información del consumo de energía y el personal que labora en la sede de la universidad, inicialmente se propone un indicador mensual, lo ideal es que dependiendo como se tome el valor del consumo de energía se registre este indicador, si el seguimiento se hace semanal, se debe reportar el número de empleados de la semana, para ajustar este indicador lo ideal sería registrar día a día el ingreso de visitantes, estudiantes y empleada a la sede de la universidad Distrital, y se relaciona con el consumo diario de energía eléctrica.
- Consumo específico por área: este es un indicador constante por el área de la edificación, la única variable es el consumo de energía, se utiliza para hacer un

seguimiento estático del consumo, está dado en kWh de establecimiento/área donde se considera el área de la edificación.

Consumo específico por iluminación: se evalúa a partir del consumo de energía por iluminación y el área de la edificación esta dado en kWh por iluminación/área.

Tabla 85. Indicadores específicos de consumo sede ASAB

Mes	Consumo de energía (kWh)	Consumo específico (kWh/personal)	Consumo específico por área (kWh/m ²)	Consumo por iluminación (kWh/m ²)
jul-13	17,640	212.53	1.91	1.08
ago-13	20,040	225.17	2.17	1.22
sep-13	22,440	252.13	2.43	1.37
oct-13	21,000	235.96	2.27	1.28
nov-13	20,760	233.26	2.24	1.27
dic-13	14,040	157.75	1.52	0.86
ene-14	14,880	179.28	1.61	0.91
feb-14	20,520	230.56	2.22	1.25
mar-14	23,160	260.22	2.50	1.41
abr-14	12,720	142.92	1.37	0.78
may-14	18,720	210.34	2.02	1.14
jun-14	17,280	194.16	1.87	1.05
Potencia instalada en iluminación			7.46	W/m ²

Otras recomendaciones para llevar a cabo una exitosa gestión son:

- La periodicidad con que se llevará a cabo el seguimiento. El responsable del plan de mejora de la gestión energética de la sede tendrá que realizar un control periódico de los consumos energéticos de la sede.
- Los indicadores de seguimiento que se utilizarán para determinar el grado de implantación de las medidas hacia el objetivo en la evaluación de los resultados.
- Las principales herramientas de seguimiento con los que cuenta la organización serán, por un lado, el propio inventario de consumos de la oficina, y por otro el conjunto de indicadores (previamente definidos) generales y específicos para cada una de las medidas propuestas.

6.8 ESTRATEGIAS DE MEJORA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA

A partir de la caracterización energética realizada a las instalaciones de la sede Tecnológica, detallada en las secciones anteriores se pueden identificar las oportunidades de ahorro energético que se presentan.

Las propuestas que se detallarán a continuación se fundamentan en las mediciones realizadas y en la información recopilada en campo así como en el análisis desarrollado durante la visita de mediciones y las semanas posteriores.

Las opciones para ahorrar energía y mejorar la eficiencia de la institución son de tres tipos:

- A. Opciones con baja inversión y tiempos de recuperación menores a dos años. Se recomienda iniciar el plan o programa de eficiencia energética con estas opciones y generar la cultura de eficiencia energética en la institución, y así seguir con las opciones de tipo B y posteriormente C.
- B. Opciones con inversiones moderadas y tiempos de recuperación entre dos y tres años.

Se recomienda que estas opciones se implementen de manera progresiva siguiendo la secuencia propuesta para ganar en conciencia y conocimiento por parte de los funcionarios, docentes y estudiantes.

6.8.1 Opciones tipo A

- Establecimiento de indicadores sobre el consumo específico de energía por visitante y/o funcionario, y diseño e implementación de un plan de manejo de la energía con monitoreo mensual y diario a mediano plazo, de los indicadores de consumo los cuales según experiencias en otras entidades públicas, podrían ahorrar hasta el 4 % de la energía consumida en la institución con la participación de todo el personal.
- Se recomienda hacer seguimiento de los consumos de energía y de producción diariamente, con el fin de hacer el seguimiento y toma de medidas correctivas, ya que existe gran variabilidad del índice de consumo de energía eléctrica.
- Establecer un plan de mantenimiento preventivo, el cual incluya el monitoreo de consumos de voltaje y corriente de los equipos eléctricos, limpieza y lubricación de motores, bombas, contactores y tableros, luminarias y lámparas y demás piezas mecánicas.
- Establecer un programa de capacitación, divulgación y seguimiento en buenas prácticas operativas en equipos de iluminación y oficina.
- En iluminación, dado que esta representa el 56.4% del consumo total, para efectos de calidad de iluminación, se recomienda elaborar un plan de

mantenimiento y limpieza para lámparas y luminarias ya que la suciedad disminuya la calidad del alumbrado.

- Identificar las áreas que presentan bajos niveles de iluminación y sustituir lámparas y/o luminarias defectuosas, que garanticen los mínimos niveles en estos recintos o espacios.
- Se recomienda hacer seguimiento a las opciones de buenas prácticas operacionales y sustituciones de T12 por T8 mencionadas en la sección 6.6.1.

6.8.2 Opciones tipo B

- Involucrar a las directivas, técnicos y funcionarios en la implementación del plan de gestión integral de la energía, conformando un comité de gestión de la energía, para lo cual deben recibir capacitación especializada.
- Mejorar el sistema de medición y monitoreo de los consumos de electricidad, automatizando la generación de indicadores y midiendo la eficiencia de los principales equipos. Esto especialmente en el sistema de aire acondicionado.
- Sustituir las pocas luminarias fluorescentes tubulares T12 por Luminarias más eficientes tales como las de tipo LED.
- Instalar un sistema inteligente de control de alumbrado. Para lograr un máximo aprovechamiento de la luz artificial, se pueden utilizar controles inteligentes que optimicen su uso, entre los cuales se encuentran los sensores de presencia o de luz natural, los atenuadores (dimmers), los temporizadores o la combinación de los anteriores.

Tabla 86. Matriz resumen de opciones de eficiencia energética sede ASAB

Opciones Tipo A

Uso Final	Medida	Porcentaje de ahorro	Ahorro (kWh/día)
Iluminación	Buenas practicas operacionales	3.30%	10.04
	Sustitución escenario 1	9.51%	28.93
Equipos ofimáticos	Buenas practicas operacionales	1.00%	3.04
Administrativo	Gestión de indicadores	4%	12.17
	Planes de mantenimiento	3%	9.13
TOTAL POTENCIAL DE AHORRO		5.3%	63.30
EMISIONES EVITADAS (ton/CO2/año)			5.14

Inversión	Ahorro económico	Observaciones	Costo anualizado de la inversión	Costo del kWh/evitado
\$ 100,000	\$ 818,117	Kit de aseo para lámparas	(\$ 30,192.08)	(12.03)
\$ 4,240,000	\$ 2,357,510	Información de mercado, luminaria T8 especular, sin difusor	(\$ 1,280,144.21)	(177.02)
\$ -	\$ 992		\$ 0.00	
\$ 2,500,000	\$ 991,657	Capacitación en gestión de energía	(\$ 754,802.01)	(248.14)
\$ 1,500,000	\$ 743,743	Pinza amperimétricas digital con multímetro, luxómetro, termómetro infrarrojo digital	(\$ 452,881.21)	(198.51)
\$ 8,340,000	\$ 4,912,019			
ROI TOTAL		47.07%		

Opciones Tipo B

Uso Final	Medida	Porcentaje de ahorro	Ahorro (kWh/día)
Iluminación	Sustitución escenario 2	18.78%	57.12
Equipos ofimáticos	Sustitución por monitores LED	0.86%	11.62
Administrativo	Sistema de gestión de la energía	7%	21.29
	Control y monitoreo	12%	36.50
TOTAL POTENCIAL DE AHORRO		10.7%	126.53
EMISIONES EVITADAS (ton/CO2/año)			10.28

Inversión	Ahorro económico	Observaciones	Costo anualizado de la inversión	Costo del kWh/evitado
\$ 11,680,000	\$ 4,654,913	Sustitución por LED	(\$ 1,740,664.43)	(121.90)
\$ 17,600,000	\$ 947,030	Sustitución por tecnología LED	(\$ 2,622,919.00)	(902.90)
\$ 15,000,000	\$ 1,735,401	Certificación ISO 50001	(\$ 2,235,442.33)	(419.93)
\$ 25,000,000	\$ 2,974,972	Sensores y control de visitantes	(\$ 3,725,737.22)	(408.27)
\$ 69,280,000	\$ 10,312,316			
ROI TOTAL	14.88%			

7. DIAGNOSTICO ENERGÉTICO DE LA FACULTAD DE MACARENA B

7.1 ASPECTOS GENÉRICOS DE LA EDIFICACIÓN

7.1.1 Identificación y Ubicación de la Edificación

Se encuentra ubicado en la ciudad de Bogotá, Departamento de Cundinamarca, en la Carrera 4 No. 26 B – 54.

Figura 74. Ubicación de la edificación de la sede Macarena B



Fuente: 2014. Google Earth

Figura 75. Arquitectura sede Macarena B



Fuente: 2014. Universidad Distrital

7.1.2 Áreas Constructivas

La edificación principal de esta sede tiene 5 pisos, esta sede está conformada por diez edificaciones principales, las cuales suman un área total construida de 1.491 m².

La tabla siguiente muestra el área por edificio de la sede Macarena B, nótese el gran porcentaje de las áreas está destinada a aulas de clase y laboratorios.

Tabla 87. Áreas por edificios de la sede Macarena B

ID EDIFICIO	EDIFICIO	ID PLANTA	PLANTA	ÁREA CONSTRUIDA (m ²)	ÁREA ESTRUCTURA (m ²)	ÁREA ÚTIL (m ²)
FCMB01	LABORATORIOS	FCMB01SS	SS	247,05	27,68	219,37
		FCMB0101	01	558,29	48,51	509,78
		FCMB0102	02	586,72	147,61	439,11
		FCMB0103	03	589,45	89,38	500,07
		FCMB0104	04	589,44	91,87	497,57
		FCMB0105	05	148,69	11,18	137,51
				2.719,64	416,23	2.303,41
FCMB02	AULAS	FCMB0201	01	122,89	11,11	111,78
		FCMB0202	02	337,24	26,29	310,95
		FCMB0203	03	337,24	25,70	311,54
		FCMB0204	04	337,24	26,90	310,34
		FCMB0205	05	337,24	23,73	313,51
		FCMB02AT	AT	19,68	2,73	16,95
				1.491,53	116,46	1.375,07

Fuente: 2014. UDistrital

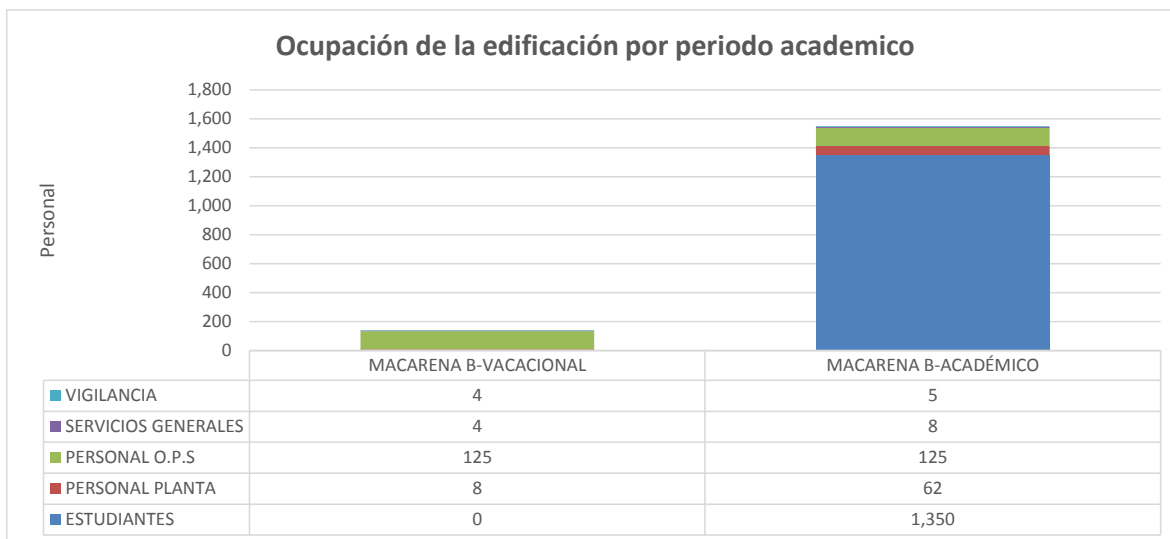
7.1.2.1 Años aproximados de construcción

La sede Macarena B cuenta con dos edificaciones principales, la edificación de las Monjas se estima su construcción en el año de 1954 y la edificación de laboratorios, en el año de 1998.

7.1.3 Datos sobre ocupación

La sede de la universidad opera de lunes a sábado, en las épocas de actividad académica alberga en promedio 1.350 estudiantes mas el personal administrativo y docente los cuales alcanzan 200 personas, en época de vacaciones solo se encuentran en la sede 141 funcionarios, la figura siguiente muestra esta ocupación.

Figura 76. Ocupación de la sede Macarena B

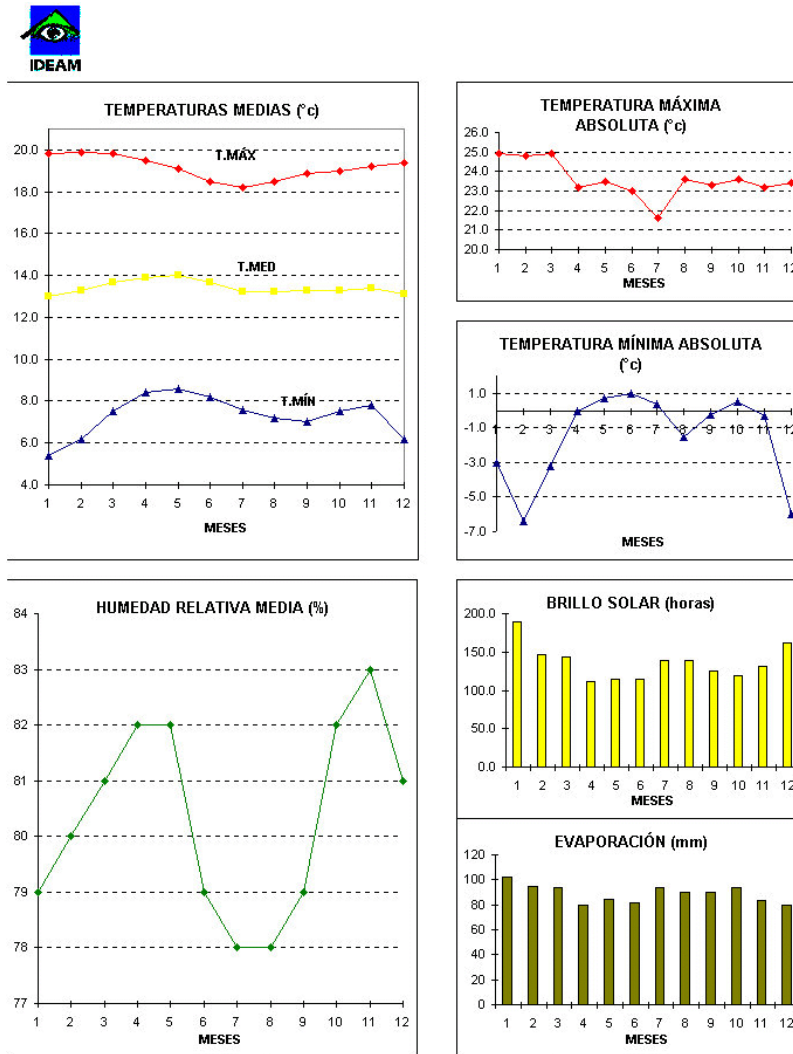


7.1.4 - Reseña sobre la ubicación y el entorno

- Zona climática: Fría
- Temperatura: 12.6°C
- Altura sobre el nivel del mar: 2.625 metros
- Humedad relativa media anual: 78 y 82%
- Presión atmosférica 1012 milibares
- Precipitación medio anual 90 cm.

La figura siguiente muestra gráficamente el comportamiento promedio de las variables climatológicas en la ciudad de Bogotá, datos tomados por el IDEAM en la estación del aeropuerto El Dorado.

Figura 77. Variables climatológicas ciudad de Bogotá



Fuente: IDEAM – 2014




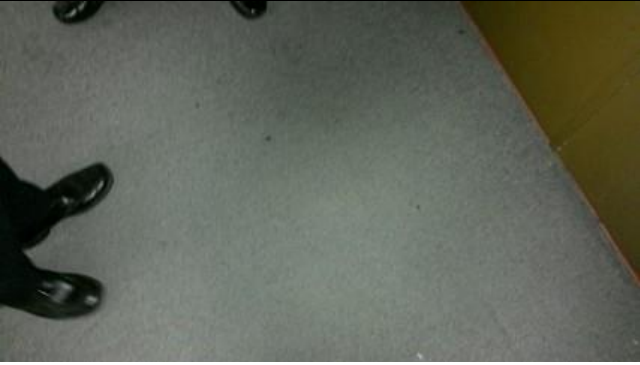
7.1.5 - Contactos y datos de las personas responsables

CLAUDIA JHOVANNA MARTÍNEZ
Tecnóloga de Gestión Ambiental y S.P
Plan Institucional de Gestión Ambiental – PIGA

Persona acompañante: JHON SNEIDER CASAS GARCÍA

7.2 CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS

7.2.1 Materiales constructivos

<ul style="list-style-type: none">• Tipo de muros: Muros en ladrillo a la vista, paneles divisorios, muro mixto y muro pañetado y estucado. (laboratorio reactivos)	
<ul style="list-style-type: none">• Techos: Techos en madera tipo listones y lamina sonocor. (archivo)	
<ul style="list-style-type: none">• Superficies acristaladas: Ventaneria en cristal estándar, vidrio esmerilado, laminado y lamina polimerica. (laboratorio química)	
<ul style="list-style-type: none">• Pisos: Terminado enchapados en baldosín o cerámica, granito pulido, vinisol, tableta de gres, alfombra y concreto a la vista (Piso 3)	

7.3 SUMINISTRO Y CONSUMO DE ENERGÍA

7.3.1 Energéticos utilizados

La sede Macarena B consume Electricidad únicamente, no utiliza ni GLP, ni gas natural para procesos térmicos.

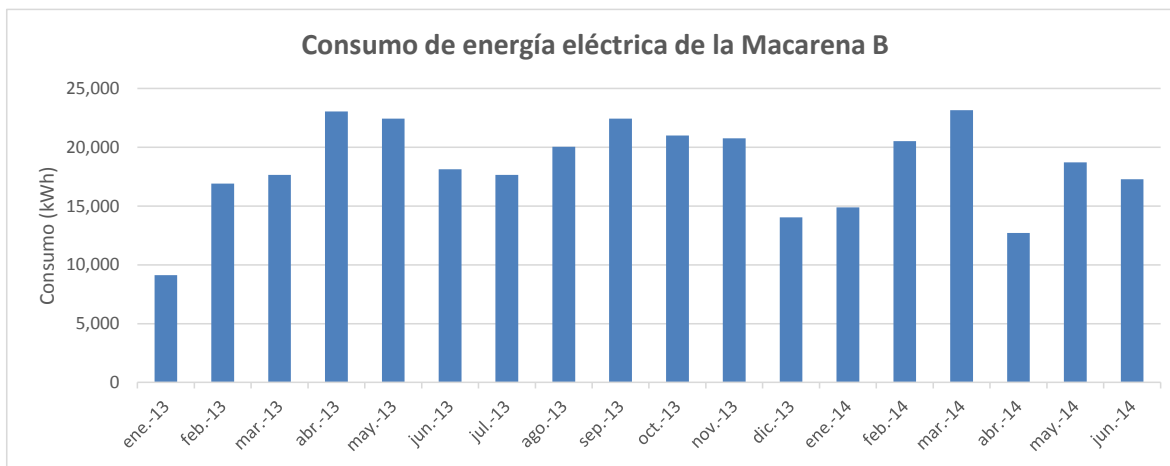
7.3.2 Suministro de energía

El suministro de energía de la sede tecnológica es a partir de la red propiedad de CODENSA, el cual alimenta a 220 Vac.

7.3.3 Consumo de energía

La figura siguiente muestra el consumo de Energía de 2013 y 2014, la energía es comprada a CODENSA ESP, con tarifa del sector oficial, se puede observar que los meses de enero, abril y diciembre son los de menor consumo lo cual es debido a las temporadas de vacaciones, y el mes de mas alto consumo fue abril de 2014. El consumo promedio de energía eléctrica es de 16.756 kWh/mes.

Figura 78. Consumo de energía eléctrica 2013 - 2014



7.4 CARACTERIZACIÓN ENERGÉTICA DE LA EDIFICACIÓN

7.4.1 Equipos

Las tablas siguientes muestran el inventario de equipos eléctricos encontrados en las instalaciones de la sede macarena B.

Tabla 88. Resumen del consumo de electricidad y potencia instalada por uso final en la sede Macarena B

USO FINAL DE ENERGÍA	Consumo de Electricidad (kWh)	POTENCIA TOTAL (kW)
Iluminación	262.8	26.9
Calor_Directo	222.4	15.9
Equipos_Ofimaticos	77.8	10.9
Fuerza_Motriz	57.9	7.5
Refrigeracion	35.4	2.7
Otros	10.8	6.3
Equipos_Entretenimiento	7.3	1.2
Total general	674.4	71.5

Tabla 89. Inventario de equipos generadores de calor directo

USO FINAL DE ENERGÍA	EQUIPO	ÁREA O PROCESO	POTENCIA (HP)	POTENCIA (W)	CANTIDAD	POTENCIA TOTAL (kW)	TIEMPO DE OPERACIÓN (horas/día)	CONSUMO (kWh/día)
Calor_Directo	HORNO GALLENKAMP	PISO 5 EDF LABORATORIOS INSTRUMENTACION 4		1200	1	1.20	0.1	0.12
Calor_Directo	HORNO SELECTA	PISO 5 EDF LABORATORIOS INSTRUMENTACION 5		920	1	0.92	0.1	0.092
Calor_Directo	MICROONDAS	PISO 5 EDF LABORATORIOS OFICINAS SEAGUIM		1200	1	1.20	0.2	0.24
Calor_Directo	ESTUFAS 2 PUESTOS	PISO 5 EDF LABORATORIOS SINTESIS ORGANICA		960	2	1.92	3	5.76
Calor_Directo	PLANCHAS DE CALENTAMIENTO	PISO 5 EDF LABORATORIOS SINTESIS ORGANICA		600	5	3.00	10	30
Calor_Directo	MICROSCOPIO	PISO 3 EDF LABORATORIOS LAB 3 BIOLOGIA		100	13	1.30	1	1.3
Calor_Directo	ESTUFA 1 PUESTO	PISO 3 EDF LABORATORIOS LAB 3 BIOLOGIA		960	1	0.96	2	1.92
Calor_Directo	MICROONDAS	PISO 3 EDF LABORATORIOS LAB ALMACEN		1200	1	1.20	0.1	0.12
Calor_Directo	HORNO	PISO 3 EDF LABORATORIOS LAB FITOQUIMICA		900	1	0.90	200	180
Calor_Directo	TERMOPLANCHA	PISO 2 EDF LABORATORIOS LAB BIOTECNOLOGIA VEGETAL		900	1	0.90	0.5	0.45
Calor_Directo	HORNO (BSU 100)	PISO 2 EDF LABORATORIOS LAB BIOTECNOLOGIA VEGETAL		1200	2	2.40	1	2.4

Tabla 90. Inventario de equipos de entretenimiento

USO FINAL DE ENERGÍA	EQUIPO	ÁREA O PROCESO	POTENCIA (HP)	POTENCIA (W)	CANTIDAD	POTENCIA TOTAL (kW)	TIEMPO DE OPERACIÓN (horas/día)	CONSUMO (kWh/día)
Equipos_Entretenimiento	Televisor LCD	PISO 4 SALA INFORMATICA		90	2	0.18	12	2.16
Equipos_Entretenimiento	Televisor LCD	PISO 4 OFI INFANCIA Y CULTURA		90	1	0.09	0.5	0.045
Equipos_Entretenimiento	Televisor CRT	PISO 4 OFI INFANCIA Y CULTURA		60	1	0.06	1	0.06
Equipos_Entretenimiento	Televisor LCD	PISO 5 EDF LABORATORIOS INSTRUMENTACION 3		50	1	0.05	1	0.05
Equipos_Entretenimiento	Televisor LCD	PISO 4 EDF LABORATORIOS AULA INFORMATICA LAB		70	1	0.07	4	0.28
Equipos_Entretenimiento	Televisor Plasma	PISO 3 EDF LABORATORIOS LAB 2 BIOLOGIA		100	1	0.10	12	1.2
Equipos_Entretenimiento	Televisor Plasma	PISO 3 EDF LABORATORIOS ZONAS COMUNES		120	1	0.12	12	1.44
Equipos_Entretenimiento	Televisor LED	PISO 3 EDF LABORATORIOS LAB 1 BIOLOGIA		120	1	0.12	12	1.44
Equipos_Entretenimiento	Televisor Plasma	PISO 1 EDF LABORATORIOS SALA MULTIPLE		120	1	0.12	0.5	0.06
Equipos_Entretenimiento	Televisor Plasma	PISO 1 EDF LABORATORIOS READING ROOM		120	1	0.12	2	0.24
Equipos_Entretenimiento	Televisor Plasma	PISO 2 EDF LABORATORIOS AUDITORIO		120	1	0.12	3	0.36

Tabla 91. Inventario de equipos ofimáticos

USO FINAL DE ENERGÍA	EQUIPO	ÁREA O PROCESO	POTENCIA (HP)	POTENCIA (W)	CANTIDAD	POTENCIA TOTAL (kW)	TIEMPO DE OPERACIÓN (horas/día)	CONSUMO (kwh/día)
Equipos_Ofimaticos	PC monitor CRT	PISO 5 HEMEROTECA EDF MONJAS		90	2	0.18	12	2.16
Equipos_Ofimaticos	Impresora de tinta	PISO 5 HEMEROTECA EDF MONJAS		150	1	0.15	0.2	0.03
Equipos_Ofimaticos	PC monitor LCD	PISO 5 LAB MATEMÁTICAS		70	2	0.14	8	1.12
Equipos_Ofimaticos	PC monitor LCD	PISO 4 SALA INFORMATICA		70	32	2.24	12	26.88
Equipos_Ofimaticos	RACK DE COMUNICACIONES	PISO 4 SALA INFORMATICA		200	1	0.20	18	3.6
Equipos_Ofimaticos	PC monitor LCD	PISO 4 OFI INFANCIA Y CULTURA		70	3	0.21	8	1.68
Equipos_Ofimaticos	PC monitor LCD	PISO 5 EDF LABORATORIOS CUPULA		70	8	0.56	5	2.8
Equipos_Ofimaticos	SERVIDOR	PISO 5 EDF LABORATORIOS CUPULA		120	1	0.12	9	1.08
Equipos_Ofimaticos	PC monitor CRT	PISO 5 EDF LABORATORIOSBIOQUIMICA		90	1	0.09	0.5	0.045
Equipos_Ofimaticos	PC monitor LCD	PISO 5 EDF LABORATORIOS OFICINAS SEAQUIM		70	2	0.14	10	1.4
Equipos_Ofimaticos	PC monitor CRT	PISO 5 EDF LABORATORIOS OFICINAS SEAQUIM		90	1	0.09	10	0.9
Equipos_Ofimaticos	PC monitor LCD	PISO 5 EDF LABORATORIOS DIDA QUIM		70	1	0.07	2	0.14
Equipos_Ofimaticos	PC monitor CRT	PISO 5 EDF LABORATORIOS DIDA QUIM		90	1	0.09	1	0.09
Equipos_Ofimaticos	PC monitor CRT	PISO 5 EDF LABORATORIOS SINTESIS ORGANICA		90	1	0.09	12	1.08
Equipos_Ofimaticos	PC monitor CRT	PISO 5 EDF LABORATORIOS SINTESIS ORGANICA		90	1	0.09	2	0.18
Equipos_Ofimaticos	PC monitor LCD	PISO 5 EDF LABORATORIOS SINTESIS ORGANICA		70	1	0.07	4	0.28
Equipos_Ofimaticos	PC monitor LCD	PISO 4 EDF LABORATORIOS AULA INFORMATICA LAB		70	15	1.05	8	8.4
Equipos_Ofimaticos	SERVIDOR	PISO 4 EDF LABORATORIOS AULA INFORMATICA LAB		150	1	0.15	24	3.6
Equipos_Ofimaticos	PC monitor LCD	PISO 4 EDF LABORATORIOS ATENEO		70	1	0.07	2	0.14
Equipos_Ofimaticos	Impresora de tinta	PISO 4 EDF LABORATORIOS ATENEO		120	1	0.12	0.1	0.012
Equipos_Ofimaticos	PC monitor LCD	PISO 4 EDF LABORATORIOS CIENCIA Y TECNOLOGIA NUCLEAR		70	1	0.07	6	0.42
Equipos_Ofimaticos	PC monitor CRT	PISO 4 EDF LABORATORIOS CIENCIA Y TECNOLOGIA NUCLEAR		90	2	0.18	5	0.9
Equipos_Ofimaticos	PC monitor LCD	PISO 4 EDF LABORATORIOS COORDINACION LAB QUIMICA		70	3	0.21	8	1.68
Equipos_Ofimaticos	UPS	PISO 4 EDF LABORATORIOS COORDINACION LAB QUIMICA		100	1	0.10	24	2.4
Equipos_Ofimaticos	Impresora de tinta	PISO 4 EDF LABORATORIOS COORDINACION LAB QUIMICA		100	1	0.10	0.05	0.005
Equipos_Ofimaticos	PC monitor CRT	PISO 4 EDF LABORATORIOS INSTRUMENTACION 2		90	1	0.09	8	0.72
Equipos_Ofimaticos	PC monitor LCD	PISO 4 EDF LABORATORIOS INSTRUMENTACION 2		70	1	0.07	9	0.63
Equipos_Ofimaticos	Impresora Laser	PISO 4 EDF LABORATORIOS INSTRUMENTACION 2		100	1	0.10	0.01	0.001
Equipos_Ofimaticos	PC monitor CRT	PISO 4 EDF LABORATORIOS SINTESIS INORGANICA		90	2	0.18	8	1.44
Equipos_Ofimaticos	PC monitor LED	PISO 4 EDF LABORATORIOS SINTESIS INORGANICA		70	1	0.07	8	0.56
Equipos_Ofimaticos	PC monitor LCD	PISO 3 EDF LABORATORIOS REACTIVOS		70	1	0.07	12	0.84
Equipos_Ofimaticos	HORNO	PISO 3 EDF LABORATORIOS LAB ANALISIS DE AGUAS		1200	2	2.40	0.5	1.2
Equipos_Ofimaticos	PC monitor CRT	PISO 3 EDF LABORATORIOS LAB ALMACEN		70	1	0.07	14	0.98
Equipos_Ofimaticos	PC monitor LCD	PISO 3 EDF LABORATORIOS COORDINACION LAB BIOLOGIA		70	3	0.21	12	2.52
Equipos_Ofimaticos	UPS	PISO 3 EDF LABORATORIOS COORDINACION LAB BIOLOGIA		100	1	0.10	24	2.4
Equipos_Ofimaticos	PC monitor LCD	PISO 3 EDF LABORATORIOS LAB FITOQUIMICA		70	1	0.07	12	0.84
Equipos_Ofimaticos	PC monitor LCD	PISO 3 EDF LABORATORIOS LAB BIOTECNOLOGIA VEGETAL		70	2	0.14	8	1.12
Equipos_Ofimaticos	PC monitor LCD	PISO 2 EDF LABORATORIOS LAB BIOTECNOLOGIA VEGETAL		70	1	0.07	6	0.42
Equipos_Ofimaticos	PC monitor LCD	PISO 1 EDF LABORATORIOS ALMACEN DE QUIMICOS		70	3	0.21	12	2.52
Equipos_Ofimaticos	PC monitor LCD	PISO 1 EDF LABORATORIOS SALA MULTIPLE		70	1	0.07	2	0.14
Equipos_Ofimaticos	PC monitor LED	PISO 1 EDF LABORATORIOS READING ROOM		70	1	0.07	2	0.14
Equipos_Ofimaticos	PC monitor LCD	PISO 1 EDF LABORATORIOS AUDITORIO		70	1	0.07	3	0.21
Equipos_Ofimaticos	PC monitor LCD	PISO 1 EDF LABORATORIOS AUDITORIO		70	2	0.14	0.5	0.07

Tabla 92. Inventario de equipos de fuerza

USO FINAL DE ENERGÍA	EQUIPO	ÁREA O PROCESO	POTENCIA (HP)	POTENCIA (W)	CANTIDAD	POTENCIA TOTAL (kW)	TIEMPO DE OPERACIÓN (horas/día)	CONSUMO (kwh/día)
Fuerza_Motriz	EXTRACTOR CEX 200	PISO 5 EDF LABORATORIOS INSTRUMENTACION 7		1693.67	1	1.69	0.1	0.169367
Fuerza_Motriz	EXTRACTOR CEX 200	PISO 5 EDF LABORATORIOS SINTESIS ORGANICA		4064.808	1	4.06	12	48.77696
Fuerza_Motriz	CENTRIFUGADORA	PISO 4 EDF LABORATORIOS LABORATORIO QUIMICA 4		70	1	0.07	8	0.56
Fuerza_Motriz	EXTRACTOR CEX 200	PISO 3 EDF LABORATORIOS LAB FITOQUIMICA		1680	1	1.68	5	8.4

Tabla 93. Inventario de equipos de refrigeración

USO FINAL DE ENERGÍA	EQUIPO	ÁREA O PROCESO	POTENCIA (HP)	POTENCIA (W)	CANTIDAD	POTENCIA TOTAL (kW)	TIEMPO DE OPERACIÓN (horas/día)	CONSUMO (kwh/día)
Refrigeracion	NEVERA 13 PIES	PISO 5 EDF LABORATORIOSBIOQUIMICA		150	1	0.15	12	1.8
Refrigeracion	NEVERA 7 PIES	PISO 5 EDF LABORATORIOS INSTRUMENTACION 8		100	1	0.10	12	1.2
Refrigeracion	NEVERA 12 PIES	PISO 5 EDF LABORATORIOS BIOQUIMICA (BALANZAS)		100	1	0.10	14	1.4
Refrigeracion	NEVERA 13 PIES	PISO 5 EDF LABORATORIOS SINTESIS ORGANICA		150	2	0.30	12	3.6
Refrigeracion	NEVERA 13	PISO 3 EDF LABORATORIOS LAB ALMACEN		100	1	0.10	12	1.2
Refrigeracion	NEVERA 13 PIES	PISO 3 EDF LABORATORIOS LAB FITOQUIMICA		120	1	0.12	12	1.44
Refrigeracion	NEVERA (-80) THERMO SCIENTIFIC	PISO 2 EDF LABORATORIOS LAB BIOTECNOLOGIA VEGETAL		850	1	0.85	15	12.75
Refrigeracion	NEVERA (-20) THERMO SCIENTIFIC	PISO 2 EDF LABORATORIOS LAB BIOTECNOLOGIA VEGETAL		500	1	0.50	12	6
Refrigeracion	NEVERA (-20) ELECTROLUX	PISO 2 EDF LABORATORIOS LAB PROTEOMICA		250	1	0.25	12	3
Refrigeracion	NEVERA 3 PIES	PISO 1 EDF LABORATORIOS AUDITORIO		100	1	0.10	12	1.2
Refrigeracion	NEVERA 13 PIES	SOTANO EDF LABORATORIOS MUSEO		150	1	0.15	12	1.8

Tabla 94. Inventario de equipos de otros usos

USO FINAL DE ENERGÍA	EQUIPO	ÁREA O PROCESO	POTENCIA (HP)	POTENCIA (W)	CANTIDAD	POTENCIA TOTAL (kW)	TIEMPO DE OPERACIÓN (horas/día)	CONSUMO (kwh/día)
Otros	EQUIPO MICROONDAS	PISO 5 EDF LABORATORIOS SINTESIS ORGANICA		1600	1	1.60	1	1.6
Otros	EXTRACTOR cex 120	PISO 3 EDF LABORATORIOS PREPARACION DE REACTIVOS		2400	1	2.40	1	2.4
Otros	NEVERA 13 PIES	PISO 2 EDF LABORATORIOS LAB BIOTECNOLOGIA VEGETAL		150	2	0.30	12	3.6
Otros	TERMOCICLADORES	PISO 2 EDF LABORATORIOS LAB BIOTECNOLOGIA VEGETAL		450	1	0.45	6	2.7
Otros	TERMOCICLADORES	PISO 2 EDF LABORATORIOS LAB BIOTECNOLOGIA VEGETAL		70	1	0.07	0.1	0.007
Otros	FITOTRON (SCERIFOFT)	PISO 2 EDF LABORATORIOS MUTAGENESIS		500	1	0.50	1	0.5

Tabla 95. Inventario de lámparas

Fluorescente_Tubular_T12	21.09	205.95
Fluorescente_Tubular_T8	5.47	56.48
LFC	0.07	0.34
Total general	26.63	262.77

7.4.2 Sistemas de Uso Final de Energía

A partir de información de los inventarios por área, las gráficas siguientes muestran el consumo de energía eléctrica y participación por equipo de uso final.

Figura 79. Consumo de energía eléctrica por uso final

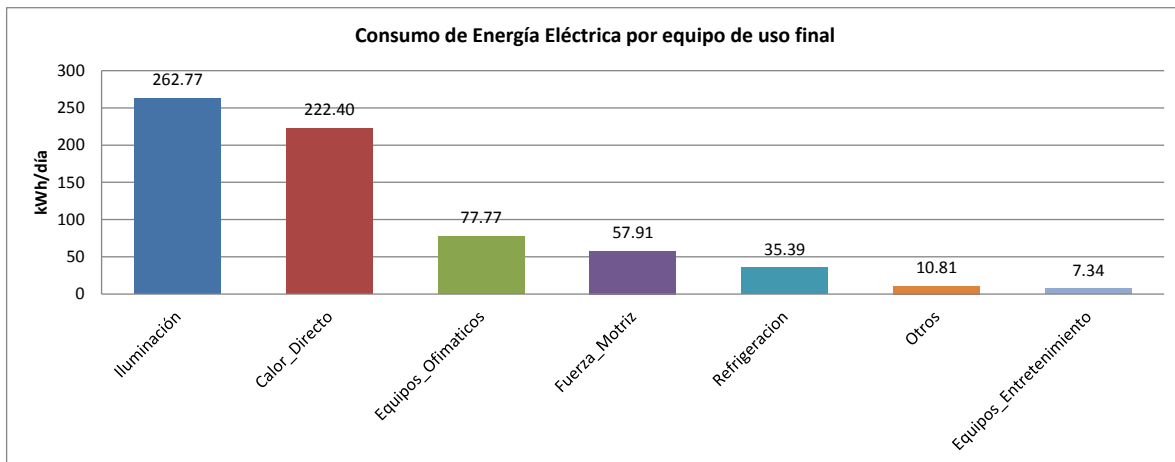
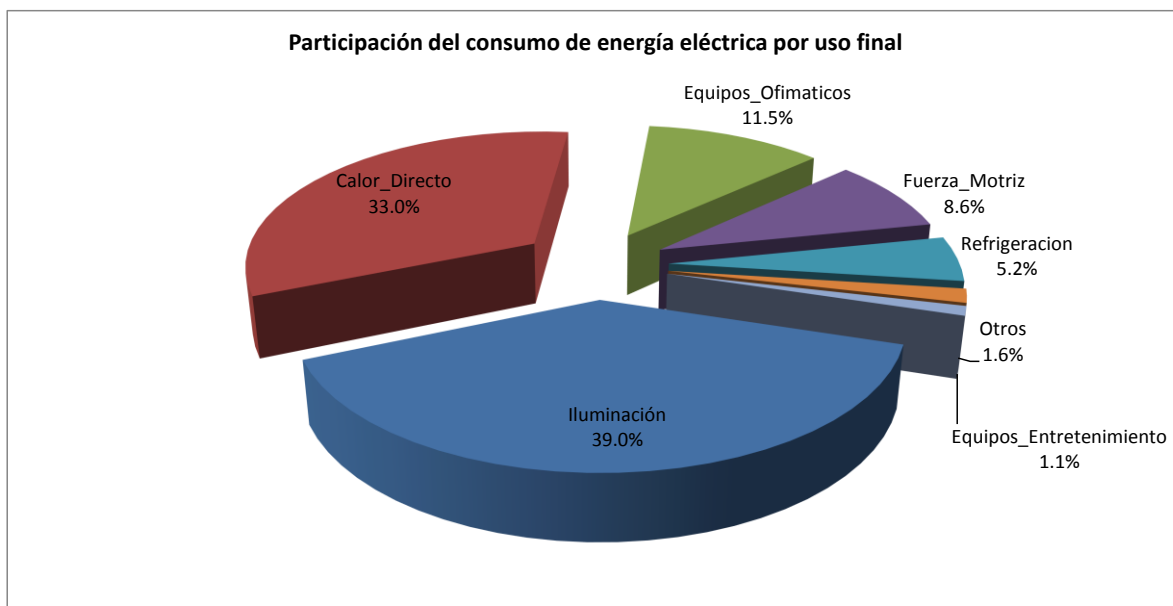


Figura 80. Participación del consumo de energía eléctrica por uso final



La figura anterior muestra que la mayor participación del uso final de energía es por iluminación con 39,0%, seguido por los equipos de calor directo con 33,0%, formado por hornos, estufas y planchas de calentamiento, los equipos ofimáticos con 11,5% formados por computadores, impresoras, fotocopiadoras y demás equipo de oficina, equipos de fuerza motriz como bombas, ventiladores y motores de laboratorio entre otros con 8,6%, por tanto las medidas de eficiencia energética deben estar enfocadas principalmente en estos usos finales. Estos tres usos finales participan con el 93.1% del consumo energético de la sede.

Figura 81. Consumo de energía eléctrica por Área

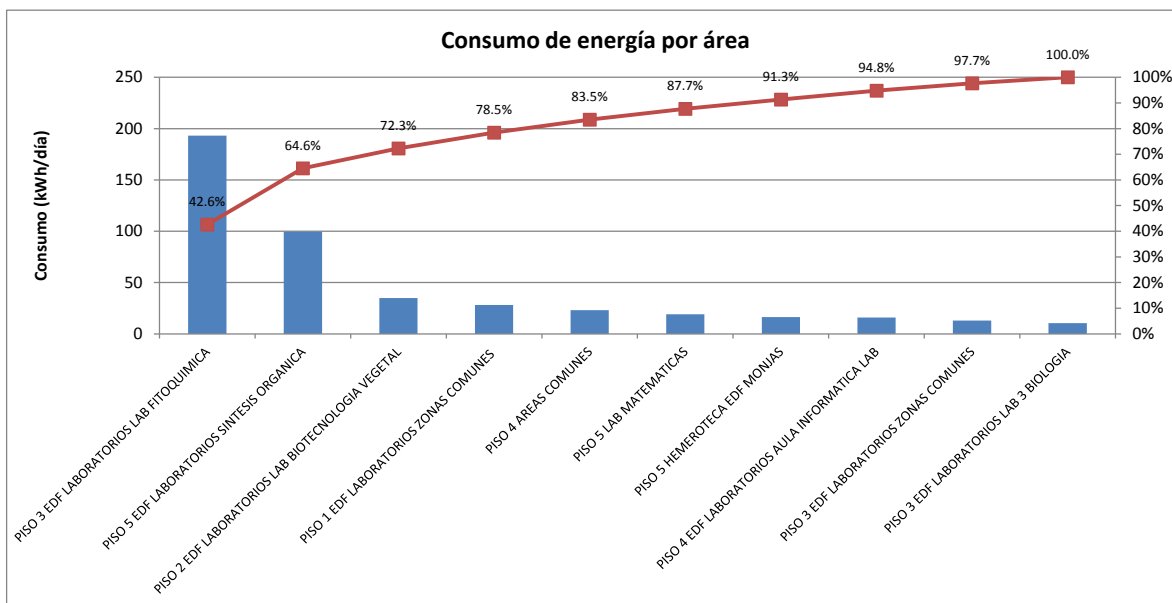
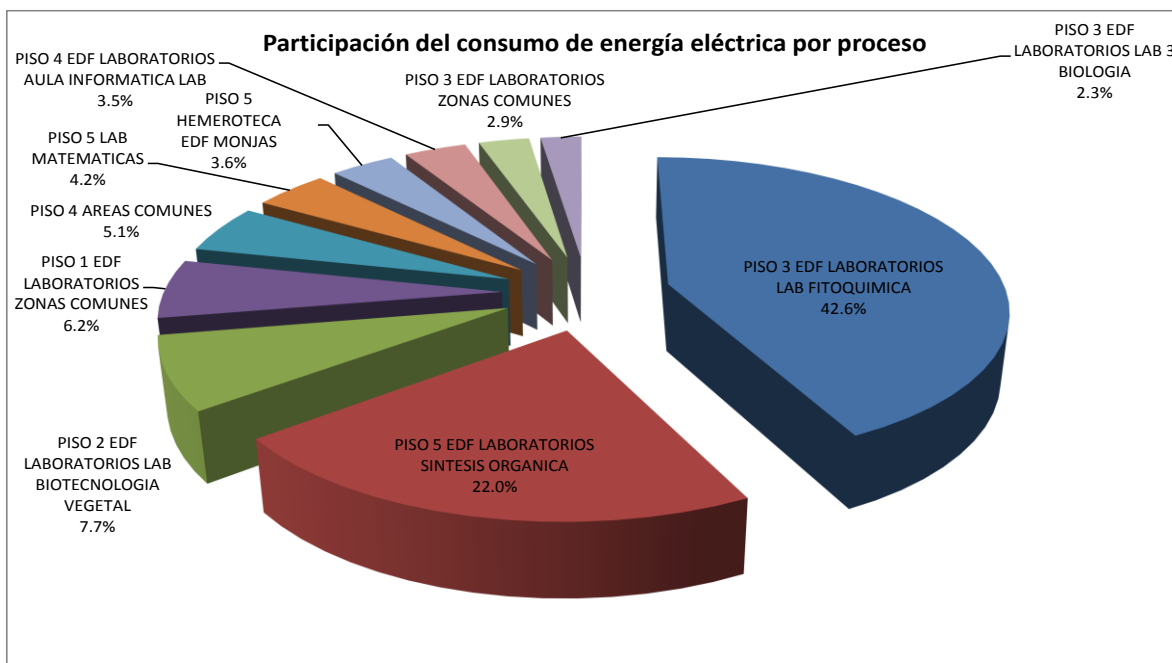


Figura 82. Participación del consumo de energía eléctrica por área

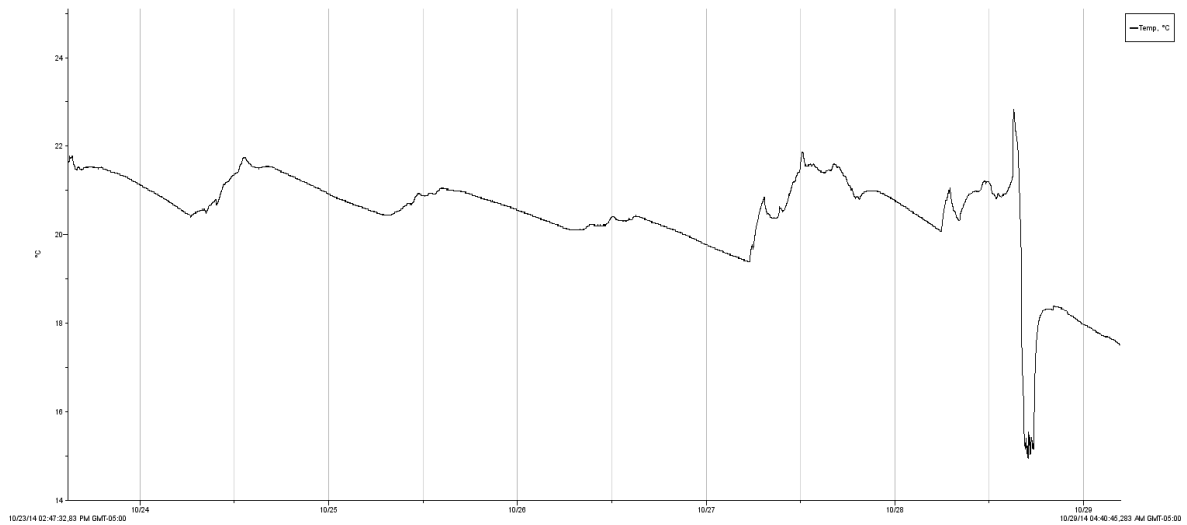


Las figuras anteriores muestran que los mayores consumos de energía eléctrica están en los laboratorios de Fitoquímica, síntesis orgánica y biotecnología vegetal, estos espacios en conjunto consumen el 72% del total de la energía eléctrica.

7.4.3 Análisis de las condiciones climáticas interiores del edificio

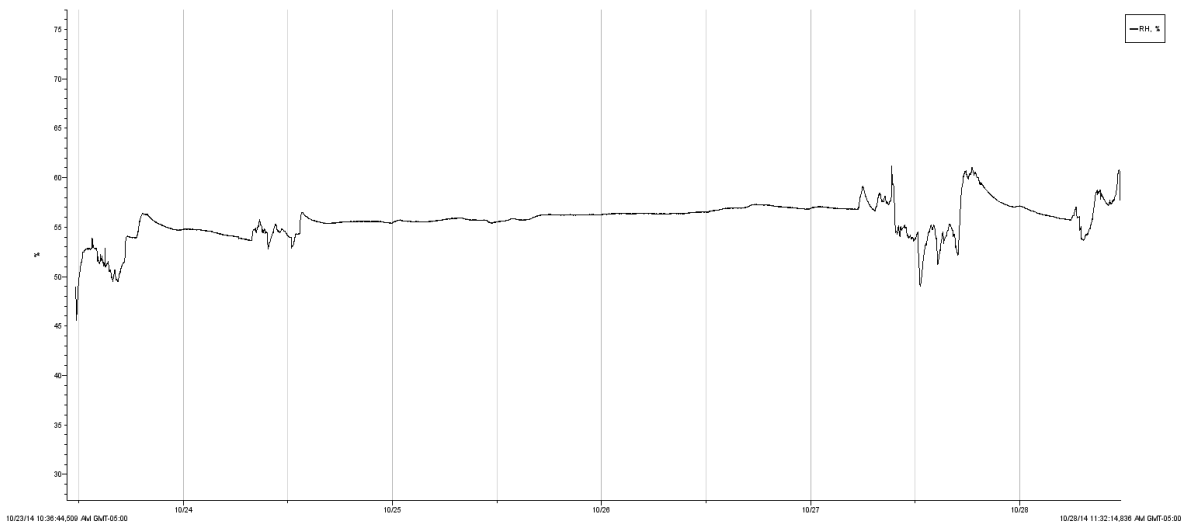
En el contexto teórico definido en la sección 3.3, se midieron la temperatura seca y la humedad relativa en varios puntos al interior del edificio, y se identificó la uniformidad de las condiciones ambientales internas, la figura siguiente muestra la temperatura interna al recinto, nótese que la máxima temperatura registrada es de 22 C, y mínima de 19.8 C, lo cual esta en las condiciones de confort que requiere el cuerpo humano.

Figura 83. Curva de temperatura



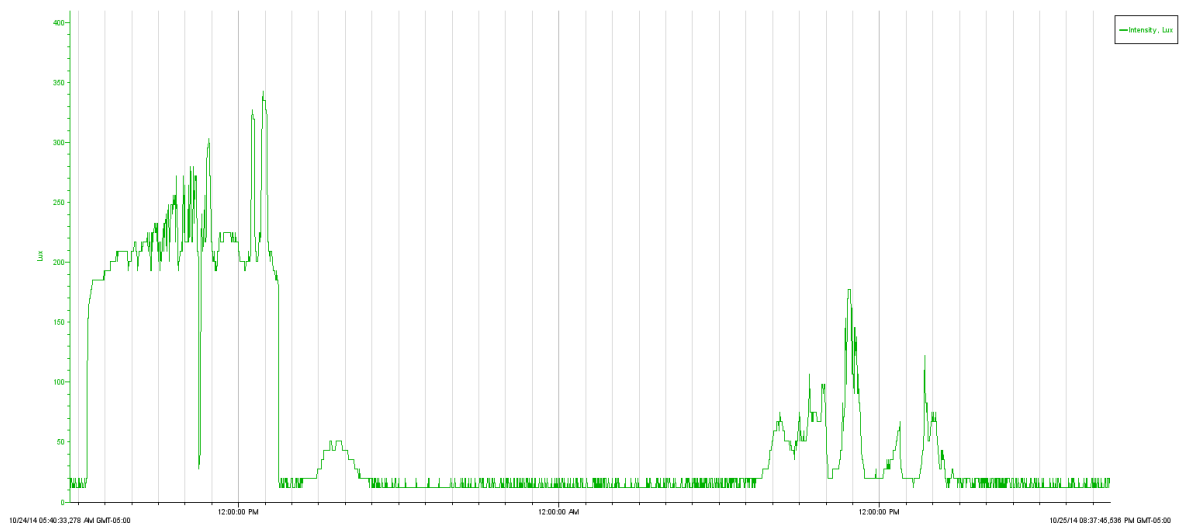
La humedad relativa del recinto varía entre el 47% y el 58%, propio de las condiciones húmedas de la ciudad de Bogotá, el máximo de humedad se presenta entre las 2 y las 6 de la tarde.

Figura 84. Curva de humedad relativa



En la figura siguiente se muestra el manejo del sistema de iluminación, donde se evidencia el momento de encendido del sistema de iluminación artificial, iniciando a las 6 am y finalizando a las 3 pm.

Figura 85. Curva del manejo de la iluminación



7.4.4 Análisis de las cargas térmicas

Se evidencia una temperatura adecuada de los espacios, la humedad relativa es propia de las condiciones de la ciudad de Bogotá y para esta edificación se usa adecuadamente el sistema de iluminación, además se evidencia a partir de las mediciones de los niveles de iluminación la buena utilización de luz natural.

La influencia de las cargas térmicas naturales (incidencia de la radiación solar, vientos y humedad relativa) y artificiales tales como calentamiento por el uso de iluminación incandescente o halógena, pantallas de computador, materiales de construcción, son mínimas ya que las temperaturas ambientales interiores no sobrepasan los 22 C, lo cual es propicio en el área de confort.

En el caso de adecuaciones de las oficinas y demás espacios no se presentan problemas con las temperaturas y condiciones de confort.

7.5 MEDICIONES REALIZADAS

Los circuitos evaluados se indican a continuación:

- Totalizador – Medido mediante analizador de red PQA 824

De las mediciones realizadas en las instalaciones de la Sede Macarena B, de la Universidad Distrital se obtuvieron los resultados relevantes presentandos a continuación:

Tabla 96. Resumen de mediciones del totalizador

CARACTERÍSTICAS DE LA MEDICION	
CIRCUITO O EQUIPO	TOTALIZADOR
ANALIZADOR UTILIZADO	PQA 824

	Fase 1	Fase 2	Fase 3
Voltaje F - F (V)	213.3	213.0	212.3
Voltaje F - N (V)	122.8	123.3	122.6
Corriente en operación (A)	93.8	69.1	79.2
Potencia Activa (kW)	10.9	8.3	9.4
Consumo Energía Activa Medido (kWh)	685.5		

	Promedio	Maximo	Minimo
Frecuencia (Hz)	59.8	60.1	0.0
Corriente en Neutro (A)	30.1	59.0	0.0
Cos Φ	0.96	0.99	-1.00

Fuente: Elaboración propia. CORPOEMA 2014

Tal y como es posible ver en la tabla resumen, las mediciones realizadas en los diferentes circuitos evaluados permiten evidenciar las siguientes condiciones inadecuadas, que sugieren fallos y errores en el sistema evaluado.

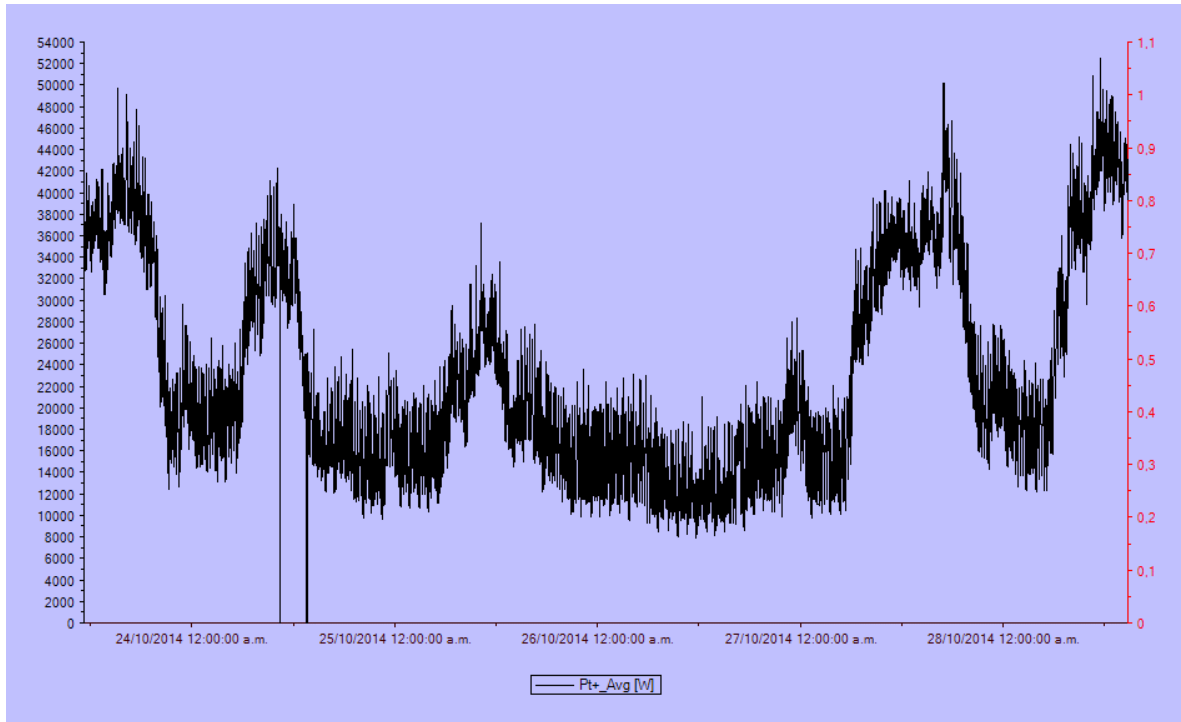
- Desbalance en corrientes por fase
- Elevada corriente en el neutro
- Factor de potencia por debajo de valores permitidos

A continuación detallamos cada una de las variables medidas en el totalizador de la sede:

- **Potencia Activa**

La medida de la potencia activa, indica que la carga máxima presentada en la sede Macarena B es cercana a los 50 kW, no obstante la carga máxima teórica alcanza los 71 kW, además se puede notar que en la sede se presenta una carga base de 10 kW.

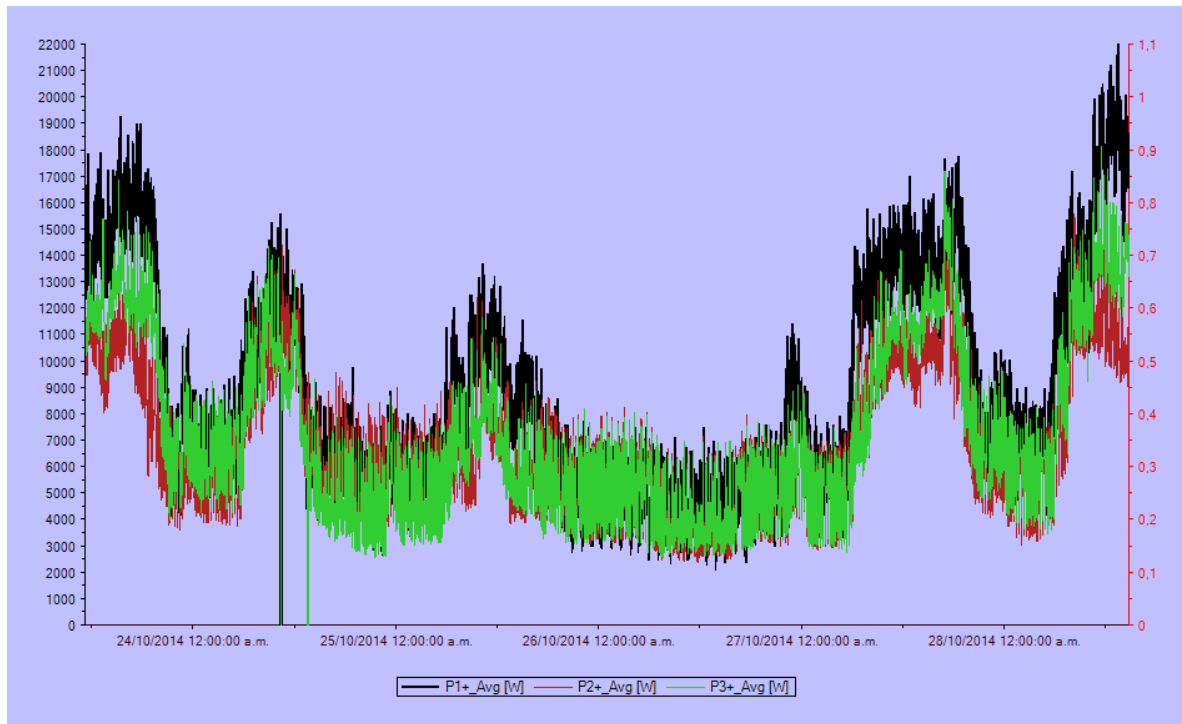
Figura 86. Potencia activa total – sede Macarena B



Fuente: Elaboración propia. CORPOEMA 2014

La figura siguiente muestra la potencia activa de cada una de las fases, aunque se muestra uniformes y casi balanceadas, la fase de mayor carga es la A, y la de mas baja carga es la B, se evidencia además que la máxima carga por fase es de 19 kW para la A, 16 kW para la fase B y 14 kW para la fase C.

Figura 87. Potencia activa Por fase – sede Macarena B

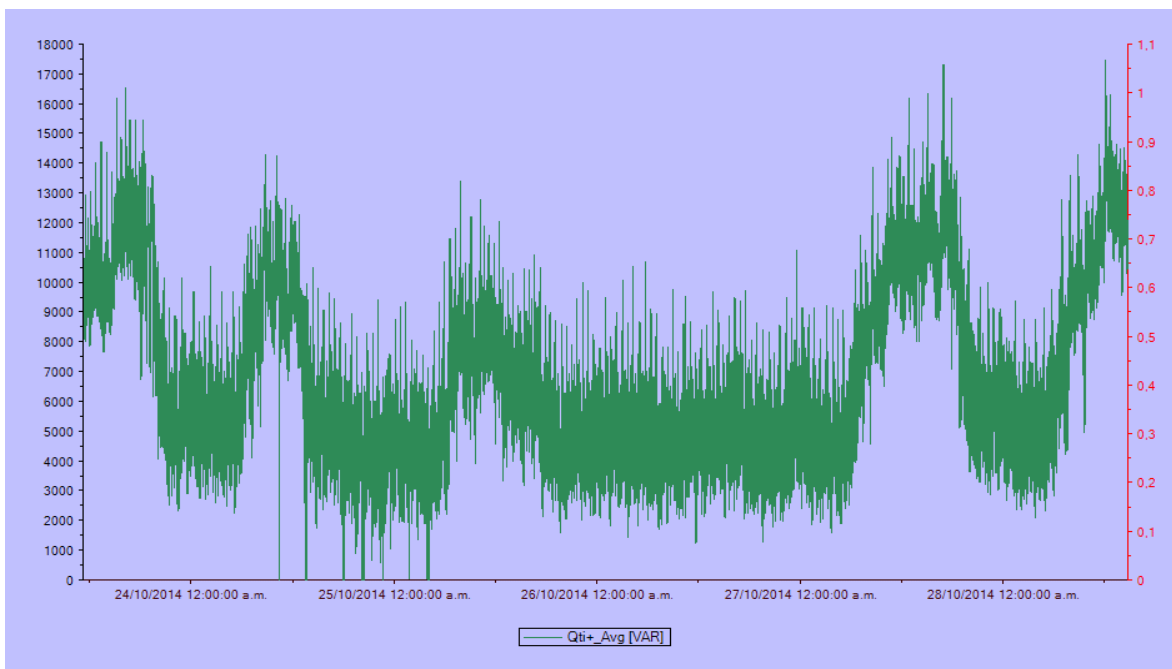


Fuente: Elaboración propia. CORPOEMA 2014

- **Potencia Reactiva**

La potencia reactiva se presenta en las instalaciones electricas cuando existen cargas inductivas y capacitivas, en el caso de la sede Macarena B, la maxima potencia reactiva registrada es de 16 kVAR, la cual considerando el maximo de la potencia activa es del 50%. considerando que en la universidad la carga por fuentes que generan reactiva inductiva es de 10.2 kW, correspondiente a equipos en los que incluye motores tales como bombas, motoredutores, motores de proceso y compresores de refrigeración, estos equipos participan con el consumo de energia del 13.8% del total, otra fuente que genera este tipo de potencia son los balastos electromagneticos que utilizan las lamparas fluorescentes T12.

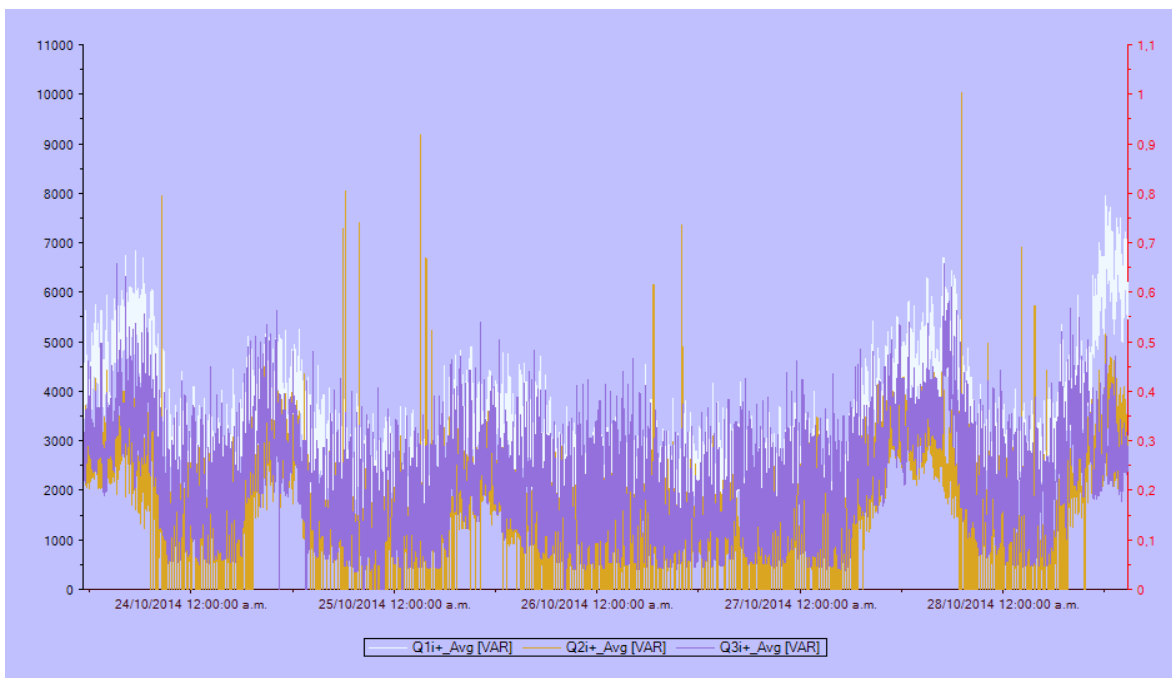
Figura 88. Potencia reactiva total – sede Macarena B



Fuente: Elaboración propia. CORPOEMA 2014

La fase A es la que mas potencia reactiva genera en esta fase se alcanza niveles de 6 kVAR, lo cual representa el 37% del consumo total de potencia reactiva.

Figura 89. Potencia reactiva por fase – sede Macarena B

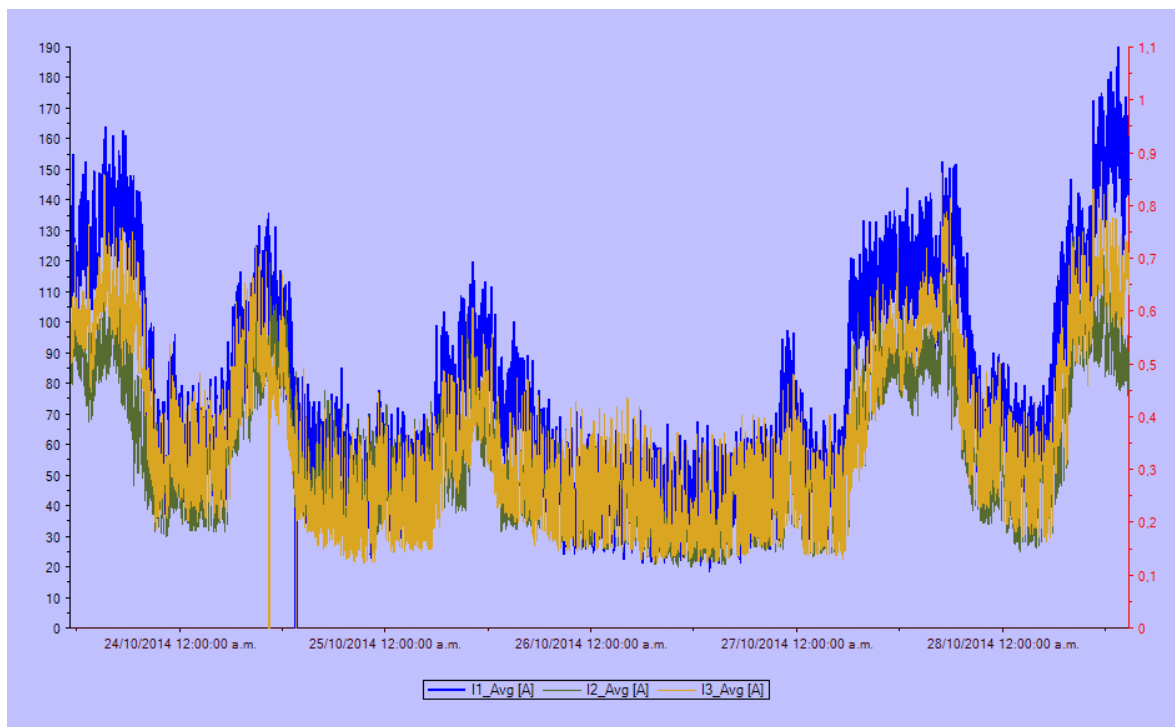


Fuente: Elaboración propia. CORPOEMA 2014

- **Corriente de líneas**

La figura a continuación permite observar el comportamiento de la corriente en cada una de las fases medidas. Notese que las fases están balanceadas, lo cual indica que la variación entre las mismas es menor al 5%

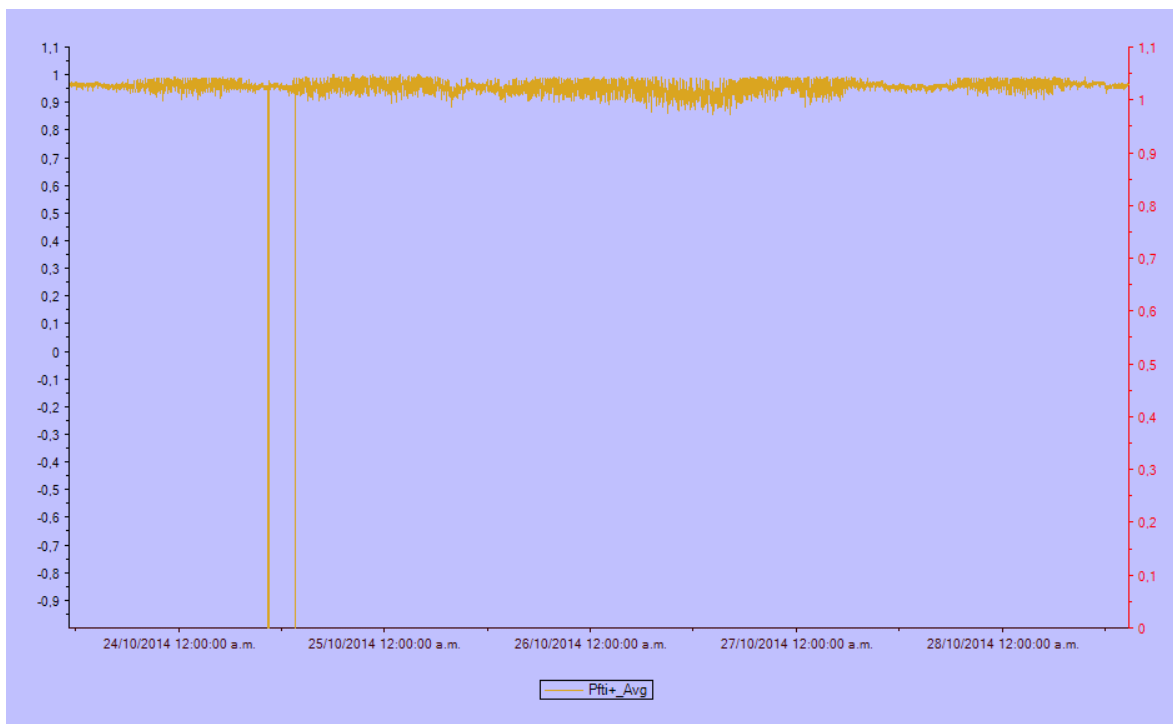
Figura 90. Corriente por fase _Sede m. Ambiente



Fuente: Elaboración propia. CORPOEMA 2014

- Factor de potencia

Figura 91. Factor de potencia – sede Macarena B



Fuente: Elaboración propia. CORPOEMA 2014

El consumo de energía y potencia reactiva está entre los límites definidos por la CREG el factor de potencia es superior a 0.94, y oscila entre este valor y 0,99 inductivo, esta variación del factor de potencia conlleva al consumo de potencia reactiva, entre mayor sea el factor de potencia menor es el consumo por energía reactiva. Este factor se compensa entre otros mediante bancos de condensadores, baterías de condensadores, motores sincrónicos o sistemas de iluminación con balasto electrónico.

7.5.1 Evaluación del sistema de iluminación

El equipo de trabajo realizó durante la evaluación energética un inventario de los equipos de iluminación instalados en la sede Macarena B. Se tomaron los datos de la cantidad de luminarias su estado y la tecnología teniendo en cuenta el espacio en el que está localizada. Las siguientes tablas muestran este inventario por cada una de las tecnologías, para cada una de las áreas en las que está dividida la universidad.

Tabla 97. Potencia total instalada y energía consumida en el piso 1

USO FINAL DE ENERGÍA	EQUIPO	ÁREA O PROCESO	POTENCIA (HP)	POTENCIA (W)	CANTIDAD	POTENCIA TOTAL (kW)	TIEMPO DE OPERACIÓN (horas/día)	CONSUMO (kWh/día)
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T12	PISO 1 EDF LABORATORIOS ZONAS COMUNES		75	24	1.80	14	25.2
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T12	PISO 1 EDF LABORATORIOS ZONAS COMUNES		40	6	0.24	12	2.88
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T12	PISO 1 EDF LABORATORIOS ALMACEN DE QUIMICOS		75	8	0.60	12	7.2
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T12	PISO 1 EDF LABORATORIOS SALA MULTIPLE		75	12	0.90	8	7.2
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T12	PISO 1 EDF LABORATORIOS READING ROOM		75	12	0.90	8	7.2
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T12	PISO 1 EDF LABORATORIOS AUDITORIO		40	4	0.16	5	0.8
Iluminación	LFC	PISO 1 EDF LABORATORIOS AUDITORIO		17	4	0.07	5	0.34
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T12	PISO 1 EDF LABORATORIOS AUDITORIO		40	6	0.24	8	1.92
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T12	PISO 1 EDF LABORATORIOS AUDITORIO		70	6	0.42	8	3.36

Tabla 98. Potencia total instalada y energía consumida en el piso 2

USO FINAL DE ENERGÍA	EQUIPO	ÁREA O PROCESO	POTENCIA (HP)	POTENCIA (W)	CANTIDAD	POTENCIA TOTAL (kW)	TIEMPO DE OPERACIÓN (horas/día)	CONSUMO (kWh/día)
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T12	PISO 2 EDF LABORATORIOS ZONAS COMUNES		75	6	0.45	12	5.4
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T12	PISO 2 EDF LABORATORIOS LAB BIOTECNOLOGIA VEGETAL		75	6	0.45	12	5.4
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T12	PISO 2 EDF LABORATORIOS MUTAGENESIS		40	6	0.24	2	0.48
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T12	PISO 2 EDF LABORATORIOS LAB PROTEOMICA		75	6	0.45	12	5.4

Tabla 99. Potencia total instalada y energía consumida en el piso 3

USO FINAL DE ENERGÍA	EQUIPO	ÁREA O PROCESO	POTENCIA (HP)	POTENCIA (W)	CANTIDAD	POTENCIA TOTAL (kW)	TIEMPO DE OPERACIÓN (horas/día)	CONSUMO (kWh/día)
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T12	PISO 3 EDF LABORATORIOS ZONAS COMUNES		75	16	1.20	9	10.8
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T12	PISO 3 EDF LABORATORIOS ZONAS COMUNES		40	2	0.08	9	0.72
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T12	PISO 3 EDF LABORATORIOS LAB 3 BIOLOGIA		75	8	0.60	12	7.2
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T12	PISO 3 EDF LABORATORIOS LAB 2 BIOLOGIA		75	4	0.30	12	3.6
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T12	PISO 3 EDF LABORATORIOS REACTIVOS		75	4	0.30	12	3.6
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T12	PISO 3 EDF LABORATORIOS LAB 1 BIOLOGIA		75	8	0.60	10	6
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	PISO 3 EDF LABORATORIOS LAB ANALISIS DE AGUAS		32	4	0.13	6	0.768
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T12	PISO 3 EDF LABORATORIOS LAB ALMACEN		40	8	0.32	14	4.48
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	PISO 3 EDF LABORATORIOS COORDINACION LAB BIOLOGIA		32	4	0.13	12	1.536
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T12	PISO 3 EDF LABORATORIOS PREPARACION DE REACTIVOS		75	4	0.30	12	3.6
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T12	PISO 3 EDF LABORATORIOS LAB FITOQUIMICA		75	8	0.60	4	2.4
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T12	PISO 3 EDF LABORATORIOS LAB QUIMICA 2		75	8	0.60	12	7.2
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T12	PISO 3 EDF LABORATORIOS LAB QUIMICA 1		75	8	0.60	12	7.2

Tabla 100. Potencia total instalada y energía consumida en el piso 4

USO FINAL DE ENERGÍA	EQUIPO	ÁREA O PROCESO	POTENCIA (HP)	POTENCIA (W)	CANTIDAD	POTENCIA TOTAL (kW)	TIEMPO DE OPERACIÓN (horas/día)	CONSUMO (kWh/día)
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T12	PISO 4 AREAS COMUNES		40	48	1.92	12	23.04
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	PISO 4 SALA INFORMATICA		32	13	0.42	12	4.992
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T12	PISO 4 SALA INFORMATICA		40	4	0.16	12	1.92
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	PISO 4 OFI INFANCIA Y CULTURA		32	8	0.26	9	2.304
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	PISO 4 OFI ARCHIVO		32	16	0.51	12	6.144
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	PISO 4 COORDINACION		32	8	0.26	12	3.072
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T12	PISO 4 COORDINACION		40	2	0.08	12	0.96
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T12	PISO 4 EDF LABORATORIOS AREAS COMUNES		75	4	0.30	8	2.4
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T12	PISO 4 EDF LABORATORIOS AREAS COMUNES		40	2	0.08	8	0.64
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T12	PISO 4 EDF LABORATORIOS AULA INFORMATICA LAB		75	6	0.45	8	3.6
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T12	PISO 4 EDF LABORATORIOS ATENIDO		75	4	0.30	8	2.4
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	PISO 4 EDF LABORATORIOS CIENCIA Y TECNOLOGIA NUCLEAR		32	8	0.26	8	2.048
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T12	PISO 4 EDF LABORATORIOS COORDINACION LAB QUIMICA		40	2	0.08	8	0.64
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T12	PISO 4 EDF LABORATORIOS INSTRUMENTACION 2		75	4	0.30	14	4.2
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T12	PISO 4 EDF LABORATORIOS INSTRUMENTACION 2		40	2	0.08	14	1.12
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T12	PISO 4 EDF LABORATORIOS LAB QUIMICA 4		75	8	0.60	2	1.2
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T12	PISO 4 EDF LABORATORIOS LAB QUIMICA 5		75	8	0.60	8	4.8
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T12	PISO 4 EDF LABORATORIOS CARBONES		75	4	0.30	12	3.6
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T12	PISO 4 EDF LABORATORIOS LABORATORIO QUIMICA 4		75	1	0.08	8	0.6
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T12	PISO 4 EDF LABORATORIOS LABORATORIO QUIMICA 4		40	1	0.04	8	0.32
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T12	PISO 4 EDF LABORATORIOS SINTESIS INORGANICA		40	4	0.16	8	1.28
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T12	PISO 4 EDF LABORATORIOS SINTESIS INORGANICA		75	2	0.15	1	0.15

Tabla 101. Potencia total instalada y energía consumida en el piso 5

USO FINAL DE ENERGÍA	EQUIPO	ÁREA O PROCESO	POTENCIA (HP)	POTENCIA (W)	CANTIDAD	POTENCIA TOTAL (kW)	TIEMPO DE OPERACIÓN (horas/día)	CONSUMO (kWh/día)
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T12	PISO 5 ACREDITACION		40	8	0.32	2	0.64
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T12	PISO 5 ACREDITACION ZONAS COMUNES		40	7	0.28	16	4.48
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	PISO 5 HEMEROTECA EDF MONJAS		17	80	1.36	12	16.32
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	PISO 5 LAB MATEMATICAS		17	112	1.90	10	19.04
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T12	PISO 5 EDF LABORATORIOS CUPULA		40	16	0.64	5	3.2
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T12	PISO 5 EDF LABORATORIOSBIOQUIMICA		75	4	0.30	10	3
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T12	PISO 5 EDF LABORATORIOS INSTRUMENTACION 1		75	4	0.30	9	2.7
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T12	PISO 5 EDF LABORATORIOS INSTRUMENTACION 10		40	2	0.08	8	0.64
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T12	PISO 5 EDF LABORATORIOS OFICINAS SEAQUIM		40	6	0.24	2	0.48
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T8	PISO 5 EDF LABORATORIOS DIDA QUIM		32	8	0.26	1	0.256
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T12	PISO 5 EDF LABORATORIOS SINTESIS ORGANICA		75	8	0.60	14	8.4
Iluminación	Fluorescente_Tubular_T12	SOTANO EDF LABORATORIOS MUSEO		75	4	0.30	1	0.3

Dentro del inventario realizado también se inventariaron las luminarias que se encontraban dañadas, existe un 7% de lámparas dañadas.

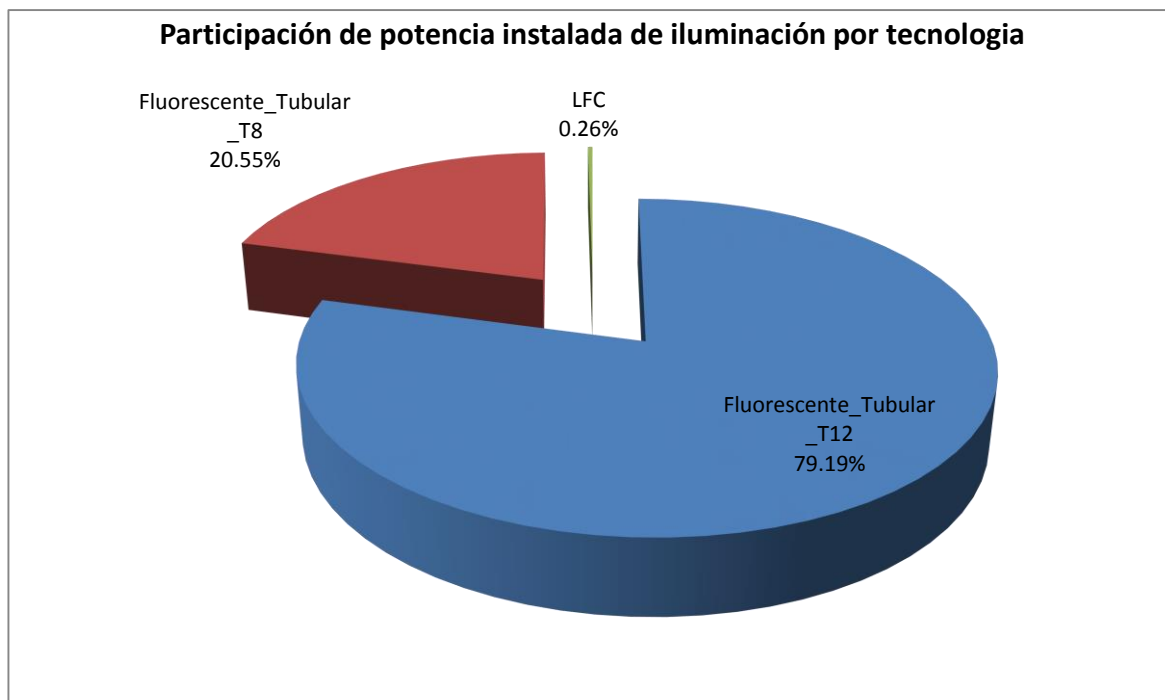
La tabla siguiente resume la potencia instalada y la energía consumida por tipo de lámpara, nótese que la capacidad total instalada por este concepto es de 23,63kW.

Tabla 102. Potencia total instalada y energía consumida por tipo de lámpara

EQUIPO	POTENCIA TOTAL (kW)	CONSUMO DE ENERGIA(kWh/día)	CANTIDAD
Fluorescente_Tubular_T12	21.09	205.95	345.00
Fluorescente_Tubular_T8	5.47	56.48	261.00
LFC	0.07	0.34	4.00
Total general	26.63	262.77	610.00

La figura siguiente muestra gráficamente la participación por tecnología, las lámparas Fluorescente T12 son las que presentan mayor potencia instalada con una participación del 79,19%, seguido por las fluorescentes T8 con el 20,55% y las LFC con 0,26%.

Figura 92. Participación por potencia instalada en iluminación por tecnología



El Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público – RETILAP, establece condiciones mínimas, máximas y promedio de los niveles de iluminación en diferentes áreas, la tabla siguiente muestra específicamente estos niveles en las áreas de oficina, áreas generales y zonas más específicas.

La medición de los niveles de iluminación se realizó para el edificio de laboratorios el cual se encuentra ubicado en la sede Macarena B de la universidad Distrital en horas de la tarde (1:00 pm a 2:00 pm) en un día soleado algo nublado. La iluminación de los lugares medidos estaba encendida; el sistema de luminaria encontrada en todos los lugares medidos en su mayoría fue fluorescente T12 de 75 Watts

Se maneja la siguiente convención para los puntos medidos de iluminación



Cumple RETILAP
No Cumple RETILAP
Fuente de iluminación Natural (ventana)

Según el reglamento técnico de iluminación y alumbrado público los niveles de iluminación en salones de clase en centros educativos debe encontrarse entre 300 y 1000 (lx)

Instrumentación 1

630	843	1320	1289
348	875	1215	1942
406	847	1568	1189
489	913	1456	1108
310	746	1123	1060
402	605	986	1117
726	677	882	1079
1213	626	872	1053

- Buena iluminación natural
- Mala distribución de luminaria artificial
- Luminaria presente no está en óptimas condiciones
- Bombillos fundidos

Lab Fitoquímica

745	738	729	724
867	947	636	536
912	738	835	985
983	1023	1294	1945
1442	1557	1565	1623
--	--	--	--

- Buena iluminación natural
- Mala distribución de luminaria artificial
- Luminaria presente no está en óptimas condiciones

Aula informática Laboratorios

1252	1047	488	562
1335	1320	560	562
1320	1256	551	453
1325	1064	685	514
1245	1008	708	692
1064	964	972	825

- Buena iluminación natural
- Mala distribución de luminaria artificial
- Luminaria presente no está en óptimas condiciones

seaquim

1773	1768	==	
928	1771	==	
629	1007	==	
1666	1874	==	

- Buena iluminación natural
- Distribución normal de iluminación

Lab Química 5 Piso 4

56			
3	543	=	=
62			
4	935	=	=
57			
3	971	=	=
80			
1	924	=	=
70	139		
2	0	=	=
51			
9	688	=	=

- Buena iluminación natural
- Mala distribución de luminaria artificial
- Luminaria presente no está en óptimas condiciones

Lab Proteomica Ing Peptidos

574	516	1623	1778
552	617	1564	1906
651	843	1214	1904
1390	849	1214	854

- Buena iluminación natural
- Mala distribución de luminaria artificial
- Luminaria presente no está en óptimas condiciones

Lab 1 Biología

534	933	563	744
572	932	485	523
547	652	638	564

- Buena iluminación natural
- Mala distribución de luminaria artificial
- Luminaria presente no está en óptimas condiciones

Pasillos Piso5

223	251	275
245	259	284
236	280	320

- Niveles de iluminación que se encuentra dentro del rango permitido para áreas de circulación
- Distribución normal de iluminación

Aunque los niveles de iluminación en horas de la mañana y parte de la tarde son buenos debido al aprovechamiento por parte del edificio de la luz natural, la iluminación artificial presente en salones de clase, laboratorios áreas de circulación entre otros no se encuentra bien distribuida además que en su mayoría es luminaria fluorescente T 12 de 75 watts la cual es un tipo de tecnología que ya no se está utilizando debido a su consumo de energía y sus pocos niveles de iluminación



7.5.2 Otros equipos

En la sección 7.4.1, se describe el inventario de equipos ofimáticos y otros equipos, la participación de equipos ofimáticos se resume en la siguiente tabla. Se nota que el uso de los computadores es masivo en las instalaciones, a partir de las visitas de recorrido se evidencia que varios de los funcionarios y estudiantes no apagan o ponen en modo hibernar los computadores, en esta medida o buena práctica existe un ahorro potencial de energía, considerando que el uso de los equipos ofimáticos participan con el 11,5% del consumo de energía eléctrica.

Tabla 103. Participación del consumo de los equipos ofimáticos

EQUIPO	POTENCIA TOTAL (kW)	CONSUMO DE ENERGIA(kWh/día)	CANTIDAD
PC monitor CRT	1.15	8.50	13.00
Impresora de tinta	0.37	0.05	3.00
PC monitor LCD	5.95	54.25	85.00
RACK DE COMUNICACIONES	0.20	3.60	1.00
SERVIDOR	0.27	4.68	2.00
HORNO	2.40	1.20	2.00
UPS	0.20	4.80	2.00
Impresora Laser	0.10	0.00	1.00
PC monitor LED	0.14	0.70	2.00
Total general	10.78	77.77	111.00

7.6 DETERMINACIÓN DE POTENCIALES DE EFICIENCIA ENERGÉTICA

7.6.1 SISTEMA DE ILUMINACIÓN

Dado que el porcentaje de participación de lámparas T12 es alto, y considerando sustituir las lámparas T12 por Fluorescente T8 (32 y 17 W), se obtendrían algunos ahorros en potencia instalada como en consumo de energía, la tabla siguiente muestra el consumo por tecnología.

Tabla 104. Potencia instalada y energía consumida con sustitución

EQUIPO	POTENCIA TOTAL (kW)	CONSUMO DE ENERGIA(kWh/día)	CANTIDAD DE BOMBILLOS
Fluorescente_Tubular_T12	21.09	205.95	345.00
Fluorescente_Tubular_T8	5.47	56.48	261.00
LFC	0.07	0.34	4.00
Total general	26.63	262.77	610.00

Considerando 2 escenarios de sustitución, los cuales están definidos por:

- Escenario 1: Sustitución de luminarias con lámparas T12 por luminarias especulares con lámparas T8 (las T12 de 40 W por T8 de 32 W y las de 75 W T12 por 54 W en T8).
- Escenario 2: Sustitución de luminarias con lámparas T12 por luminarias especulares con lámparas LED (las T12 de 40 W por LED de 17 W y las de 75 W T12 por 36 W en LED).

Tabla 105. Potencial de ahorro día escenario 1

EQUIPO	CANTIDAD BOMBILLOS	SUSTITUCIÓN 1		ESCENARIO 1 (T8)	
		POTENCIA TOTAL (kW)	CONSUMO DE ENERGIA(kWh/día)	AHORRO EN POTENCIA (kW)	AHORRO EN ENERGÍA (kWh)
Fluorescente_Tubular_T12	345	15.64	152.51	5.45	53.44
Fluorescente_Tubular_T8	261	5.47	56.48	0.00	0.00
LFC	4	0.07	0.34	0.00	0.00
Total general	610	21.18	209.33	5.447	53.44

Tabla 106. Potencial de ahorro día escenario 2

EQUIPO	CANTIDAD BOMBILLOS	SUSTITUCIÓN 2		ESCENARIO 2 (LED)	
		CONSUMO DE ENERGIA(kWh/día)	AHORRO EN POTENCIA (kW)	AHORRO EN POTENCIA (kW)	AHORRO EN ENERGÍA (kWh)
Fluorescente_Tubular_T12	345	9.84	96.19	11.25	109.76
Fluorescente_Tubular_T8	261	5.47	56.48	0.00	0.00
LFC	4	0.07	0.34	0.00	0.00
Total general	610	15.38	153.01	11.25	109.76

A partir de las anteriores opciones de sustitución se logra con el escenario 1 un ahorro potencial de 10,13 % y un ahorro potencial del 20,8% para el escenario 2.

En cuanto a buenas prácticas en los sistemas de iluminación consideramos lo siguiente:

- Usar más la luz natural. Abrir las cortinas y persianas para aprovechar al máximo la luz natural durante las labores diarias que así lo permitan, principalmente en las oficinas administrativas.
- Elaborar un plan de mantenimiento y limpieza para las lámparas y luminarias. La calidad del alumbrado disminuye si las lámparas y los accesorios no están limpios. Las capas de polvo sobre lámparas y reflectores disminuyen la salida de la luz, por lo que deben limpiarse por lo menos una vez al año.
- Las luminarias fluorescentes T12 pierden su luminosidad a medida que disminuye su vida útil. Se deben reemplazar de conformidad con las especificaciones técnicas que proporciona el fabricante. Las fluorescentes modernas, como las T8 y T5, mantienen una mejor luminosidad durante su vida útil. Es decir tienen menor depreciación lumínica.

- Utilizar colores claros en paredes, cielorraso y pisos. Los colores claros reflejan más luz en los espacios interiores. Con una selección apropiada de ellos para paredes, cielorrasos y pisos, se pueden disminuir considerablemente las necesidades de iluminación.
- Apagar las luces que no se estén utilizando. Cuando se tienen áreas con horarios fijos bien establecidos se debe reducir al máximo las horas de uso de la iluminación artificial.
- Usar luces de tarea. Para ciertos trabajos se puede reducir la luz de fondo y trabajar con una que enfoque en el punto específico de trabajo, por ejemplo, en los escritorios de oficinas o en mesas de lectura.
- Reemplazar las luces incandescentes por fluorescentes compactas. La lámpara fluorescente resulta la más económica a mediano y largo plazo; casi todas las luces pueden ser sustituidas sin ningún cambio notable en las instalaciones existentes. Las lámparas fluorescentes compactas estándar no son atenuables, por lo que no pueden utilizarse con dimmers o interruptores con luz piloto, aunque actualmente ya es factible adquirir modelos diseñados específicamente para ser usados con éstos.

7.6.2 EQUIPOS OFIMÁTICOS

En el tema de manejo de equipos ofimáticos, la medida de ahorro que más impacta en la disminución del consumo de energía en los computadores es apagar o poner en estado de hibernar los computadores en las horas del almuerzo y a la salida del funcionario o estudiante, implementando esta medida o buena práctica operativa, se estima un ahorro potencial de 9,3 % en el consumo de energía en computadores, pasando de 77,77 kWh/día a 70,7 kWh/día por el uso de equipos ofimáticos.

Tabla 107. Potencia instalada y energía consumida de equipos ofimáticos

EQUIPO	POTENCIA TOTAL (kW)	CONSUMO DE ENERGIA(kWh/día)	CANTIDAD
PC monitor LCD	5.95	54.25	85
PC monitor CRT	1.15	8.50	13
UPS	0.20	4.80	2
SERVIDOR	0.27	4.68	2
RACK DE COMUNICACIONES	0.20	3.60	1
HORNO	2.40	1.20	2
PC monitor LED	0.14	0.70	2
Impresora de tinta	0.37	0.05	3
Impresora Laser	0.10	0.00	1
Total general	10.78	77.77	111

Además se propone sustituir los actuales monitores CRT por tipo LED, y gradualmente los de tipo LCD por tipo LED ya que el consumo es mucho menor.

Figura 93. Potencial de ahorro por sustitución de monitores CRT y LCD por LED

EQUIPO	CANTIDAD	SUSTITUCIÓN 1		ESCENARIO 1 (CRT+LED)	
		POTENCIA TOTAL (kW)	CONSUMO DE ENERGIA(kWh/día)	AHORRO EN POTENCIA (kW)	AHORRO EN ENERGÍA (kWh)
PC monitor LCD	85	2.55	23.25	3.4	31
PC monitor CRT	13	0.39	2.925	0.76	5.57
UPS	2	0.2	4.8	0	0
SERVIDOR	2	0.27	4.68	0	0
RACK DE COMUNICACIONES	1	0.2	3.6	0	0
HORNO	2	2.4	1.2	0	0
PC monitor LED	2	0.14	0.7	0	0
Impresora de tinta	3	0.37	0.047	0	0
Impresora Laser	1	0.1	0.001	0	0
Total general	111	6.6	41.2	4.16	36.6

Existen otras medidas de ahorro mediante buenas prácticas operativas las cuales son fáciles de implementar en los puestos de trabajo:

- Configurar los modos de ahorro de energía de los equipos en stand-by o hibernar para evitar consumos innecesarios fuera del horario laboral de la oficina.
- Al acabar la jornada laboral, muchos ordenadores, monitores e impresoras siguen consumiendo energía aunque nadie los use al permanecer en posición stand-by (con el piloto luminoso encendido), e incluso aunque estén apagados del todo, por el simple hecho de permanecer conectados a la red. Algunos dispositivos ópticos, como teclados o ratones, siguen también encendidos aunque se haya apagado el ordenador. Por eso es importante desconectar todos los equipos por completo de la red.
- Para evitar estos “consumos fantasma” tan habituales en una oficina y asegurarse de que no se producen consumos de energía innecesarios en modo espera durante las ausencias nocturnas, festivos y fines de semana, se recomienda conectar todos los equipos de una zona de trabajo en una base de enchufes múltiple, o multitomas, con interruptor, de manera que al acabar la jornada laboral se puedan apagar todos a la vez de la toma de corriente pulsando el interruptor de la regleta.
- Al ajustar el brillo de la pantalla a un nivel medio se ahorra entre un 15-20% de energía. Con el brillo a un nivel bajo, fijado así en muchos portátiles por defecto cuando funcionan con la batería, el ahorro llega hasta el 40%
- Elegir imágenes con colores oscuros para el fondo de pantalla del escritorio. En promedio, una página blanca requiere 74 W para desplegarse, mientras que una oscura necesita sólo 59 W (un 25% de energía menos).

- El salvapantallas que menos energía consume es el de color negro, ahorra una media de 7,5 Wh frente a cualquier salvapantallas animado. Es recomendable configurarlo para que se active tras 10 minutos de inactividad.
- Al imprimir o fotocopiar documentos, es conveniente acumular los trabajos de impresión (ya que durante el encendido y apagado de estos equipos es cuando más energía se consume), y realizar los trabajos de impresión a doble cara y en calidad de borrador. Además de papel, se ahorra también energía, agua y tóner/tinta. Los empleados deberán asegurarse que los equipos permanecen correctamente apagados al finalizar la jornada laboral.

7.7 GESTIÓN DE INDICADORES

En la mayoría de las instalaciones o edificaciones públicas no hay una administración que tome en consideración los temas de Eficiencia Energética; esto significa que el consumo de energía para satisfacer las distintas necesidades de las instituciones (según su funcionalidad) es desconocida, es decir, no hay políticas, recursos e incentivos para hacerla eficiente. Por esta razón, es posible que se esté incurriendo en mayores costos económicos y/o insatisfacción de los funcionarios con las condiciones medioambientales de trabajo.

En la gestión de la eficiencia energética se requiere medir y evaluar continuamente el comportamiento de las variables de control y en general de las acciones en relación con estrategias y objetivos para alcanzar una meta o potencial ahorro en el consumo de energía, por lo tanto los indicadores son relaciones y cantidades que pueden ser definidos en diversos ámbitos con los siguientes objetivos:

- Hacer un seguimiento de los cambios y tendencias temporales de la eficiencia energética,
- Establecer comparaciones con otras edificaciones del sector oficial y privado a nivel nacional o internacional,
- Facilitar la toma de decisiones en materia de programas energéticos, y para valorar el desempeño de nuevas tecnologías.
- Realizar un seguimiento al nivel de impacto ambiental derivado del consumo energético.
- Total del consumo de energéticos consumidos en el país y generación de energía eléctrica, este indicador muestra los históricos de consumos de energía y su comportamiento.

Con el fin de implementar y hacer seguimiento de indicadores energéticos en la sede Macarena B de la Universidad Distrital es necesario implementar las bases de un programa de gestión integral de la energía, el cual debe iniciar con la selección de un grupo gestor. Este grupo debe ir conformado mínimo con un representante del grupo de

mantenimiento, un profesional o tecnólogo del grupo operativo y un delegado de la administración. Las funciones de este grupo gestor entre otras es implementar, monitorear y hacer seguimiento a los indicadores energéticos, hacer seguimiento a las recomendaciones dadas en esta evaluación, difundir y capacitar a los funcionarios, docentes y estudiantes en el tema de buenas prácticas operativas, promover la toma de conciencia de las acciones y de los objetivos para asegurar una cultura de eficiencia u optimización del consumo de la energía a todo nivel mediante campañas de comunicación externa e interna y motivar al personal.

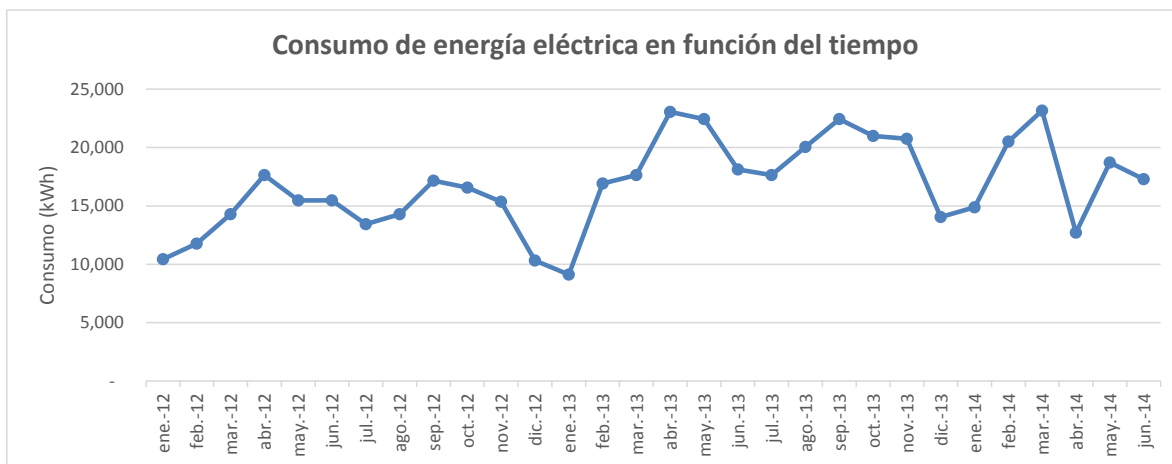
Algunos de los indicadores a implementar en la sede, son:

7.7.1.1 Consumo de energía eléctrica

Este indicador o tipo de indicadores, se determina a partir de la información de consumos totales de energía eléctrica. Este indicador está dado en unidades de kWh. Inicialmente se implementara mensualmente y a medida que se incluya el tema de gestión de energía y se acople el personal con la metodología de toma y seguimiento de información, a futuro llevarlo a valor diario.

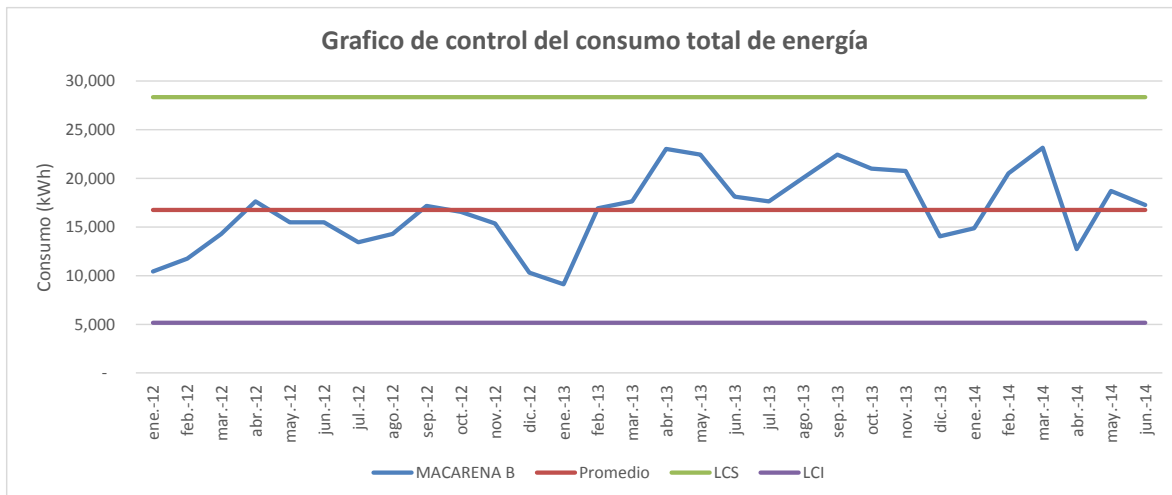
La figura siguiente muestra el consumo de energía eléctrica de enero de 2012 a junio de 2014, el comportamiento es muy variable mes a mes, presentándose los mínimos en los meses de enero y abril y los máximos de consumo en septiembre y noviembre.

Figura 94. Consumo de energía eléctrica



La figura siguiente muestra el grafico de control del consumo de energía eléctrica, esta figura muestra, los limites en los cuales se considera normal los consumos de energía, no obstante que al acercarse o sobrepasar los límites superiores conlleva a ineficiencias energéticas u operaciones anormales.

Figura 95. Gráfico de control del consumo de energía eléctrica



Este gráfico de control se usa como instrumento de autocontrol y resultan muy útiles como complemento a los diagramas causa y efecto, para detectar en cuales fases del proceso analizado se producen las alteraciones. La importancia de este tipo de gráficos de control es:

- Conocer si las variables evaluadas están bajo control o no.
- Conocer los límites en que se puede considerar la variable bajo control.
- Identificar los comportamientos que requieren explicación e identificar las causas no aleatorias que influyen en el comportamiento de los consumos.
- Conocer la influencia de las acciones correctivas sobre los consumos o costos energéticos.

7.7.1.2 Indicadores específicos de consumo

La tabla siguiente muestra los indicadores específicos de consumo a implementar en la sede Macarena B, estos indicadores se basan en experiencias internacionales implementados en este tipo de edificaciones en países como Chile, México y España. Los indicadores específicos propuestos son: Relación de consumo de energía por unidad de superficie construida, relación de consumo de energía por personal (funcionario, docente y estudiante), relación de consumo de energía por superficie y uso final de iluminación y la potencia instalada por iluminación de superficie construida: kW/m². Para el caso de la construcción del indicador específico por personal no se considera el número de estudiantes ya que es el total y no se puede comparar en el caso de vacaciones ya que el indicador sería muy elevado, no obstante se recomienda hacer seguimiento al número de visitantes o asistentes a la sede de la Universidad Distrital y validar el número total mensual, a fin de ajustar este indicador y poder hacer seguimiento.

A continuación se describen cada uno de los indicadores propuestos:

- Consumo de energía eléctrica: Dado en kWh, como primer acercamiento al seguimiento de esta variable se inicia con el registro que reporta en la factura la empresa comercializadora de energía, pero seguimiento al consumo es más efectivo si se hiciera semanalmente o diariamente, ya que se puede identificar acciones que incrementen el consumo de energía y se puede actuar de forma rápida y no se espera hasta que llegue la factura de energía el mes siguiente. La idea es que semana a semana el mismo día y a la misma hora o día a día a la misma hora se registre el consumo de energía mostrado en el contador de la empresa el cual se halla al inicio de la acometida principal.
- Consumo específico por personal: Esta dado en kWh/personal, este indicador se construye a partir de la información del consumo de energía y el personal que labora en la sede de la universidad, inicialmente se propone un indicador mensual, lo ideal es que dependiendo como se tome el valor del consumo de energía se registre este indicador, si el seguimiento se hace semanal, se debe reportar el número de empleados de la semana, para ajustar este indicador lo ideal sería registrar día a día el ingreso de visitantes, estudiantes y empleada a la sede de la universidad Distrital, y se relaciona con el consumo diario de energía eléctrica.
- Consumo específico por área: este es un indicador constante por el área de la edificación, la única variable es el consumo de energía, se utiliza para hacer un seguimiento estático del consumo, está dado en kWh de establecimiento/área , donde se considera el área de la edificación.
- Consumo específico por iluminación: se evalúa a partir del consumo de energía por iluminación y el área de la edificación esta dado en kWh por iluminación/área.

Tabla 108. Indicadores específicos de consumo sede Macarena B

Mes	Consumo de energía (kWh)	Consumo específico (kWh/personal)	Consumo específico por área (kWh/m ²)	Consumo por iluminación (kWh/m ²)
jul-13	17,640	125.11	5.38	2.10
ago-13	20,040	100.20	6.11	2.38
sep-13	22,440	112.20	6.84	2.67
oct-13	21,000	105.00	6.40	2.50
nov-13	20,760	103.80	6.33	2.47
dic-13	14,040	70.20	4.28	1.67
ene-14	14,880	105.53	4.54	1.77
feb-14	20,520	102.60	6.26	2.44
mar-14	23,160	115.80	7.06	2.75
abr-14	12,720	63.60	3.88	1.51
may-14	18,720	93.60	5.71	2.23
jun-14	17,280	86.40	5.27	2.06
Potencia instalada en iluminación			21.05	W/m ²

Otras recomendaciones para llevar a cabo una exitosa gestión son:

- La periodicidad con que se llevará a cabo el seguimiento. El responsable del plan de mejora de la gestión energética de la sede tendrá que realizar un control periódico de los consumos energéticos de la sede.
- Los indicadores de seguimiento que se utilizarán para determinar el grado de implantación de las medidas hacia el objetivo en la evaluación de los resultados.
- Las principales herramientas de seguimiento con los que cuenta la organización serán, por un lado, el propio inventario de consumos de la oficina, y por otro el conjunto de indicadores (previamente definidos) generales y específicos para cada una de las medidas propuestas.

7.8 ESTRATEGIAS DE MEJORA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA

A partir de la caracterización energética realizada a las instalaciones de la sede Tecnológica, detallada en las secciones anteriores se pueden identificar las oportunidades de ahorro energético que se presentan.

Las propuestas que se detallarán a continuación se fundamentan en las mediciones realizadas y en la información recopilada en campo así como en el análisis desarrollado durante la visita de mediciones y las semanas posteriores.

Las opciones para ahorrar energía y mejorar la eficiencia de la institución son de tres tipos:

- A. Opciones con baja inversión y tiempos de recuperación menores a dos años. Se recomienda iniciar el plan o programa de eficiencia energética con estas opciones y generar la cultura de eficiencia energética en la institución, y así seguir con las opciones de tipo B y posteriormente C.
- B. Opciones con inversiones moderadas y tiempos de recuperación entre dos y tres años.
- C. Opciones con alta inversión y tiempos de recuperación superiores a tres años.

Se recomienda que estas opciones se implementen de manera progresiva siguiendo la secuencia propuesta para ganar en conciencia y conocimiento por parte de los funcionarios, docentes y estudiantes.

7.8.1 Opciones tipo A

- Establecimiento de indicadores sobre el consumo específico de energía por visitante y/o funcionario, y diseño e implementación de un plan de manejo de la energía con monitoreo mensual y diario a mediano plazo, de los indicadores de consumo los cuales según experiencias en otras entidades públicas, podrían ahorrar hasta el 4 % de la energía consumida en la institución con la participación de todo el personal.
- Se recomienda hacer seguimiento de los consumos de energía y de producción diariamente, con el fin de hacer el seguimiento y toma de medidas correctivas, ya que existe gran variabilidad del índice de consumo de energía eléctrica.
- Establecer un plan de mantenimiento preventivo, el cual incluya el monitoreo de consumos de voltaje y corriente de los equipos eléctricos, limpieza y lubricación de motores, bombas, contactores y tableros, luminarias y lámparas y demás piezas mecánicas.
- Establecer un programa de capacitación, divulgación y seguimiento en buenas prácticas operativas en equipos de iluminación y oficina.

- En iluminación, dado que esta representa el 54.3% del consumo total, para efectos de calidad de iluminación, se recomienda elaborar un plan de mantenimiento y limpieza para lámparas y luminarias ya que la suciedad disminuya la calidad del alumbrado.
- Identificar las áreas que presentan bajos niveles de iluminación y sustituir lámparas y/o luminarias defectuosas, que garanticen los mínimos niveles en estos recintos o espacios.
- Se recomienda hacer seguimiento a las opciones de buenas prácticas operacionales y sustituciones de T12 por T8 mencionadas en la sección anterior.

7.8.2 Opciones tipo B

- Involucrar a las directivas, técnicos y funcionarios en la implementación del plan de gestión integral de la energía, conformando un comité de gestión de la energía, para lo cual deben recibir capacitación especializada.
- Mejorar el sistema de medición y monitoreo de los consumos de electricidad, automatizando la generación de indicadores y midiendo la eficiencia de los principales equipos. Esto especialmente en el sistema de aire acondicionado.
- Sustituir las pocas luminarias fluorescentes tubulares T12 por Luminarias más eficientes tales como las de tipo LED.
- Instalar un sistema inteligente de control de alumbrado. Para lograr un máximo aprovechamiento de la luz artificial, se pueden utilizar controles inteligentes que optimicen su uso, entre los cuales se encuentran los sensores de presencia o de luz natural, los atenuadores (dimmers), los temporizadores o la combinación de los anteriores.

7.8.3 Opciones tipo C

- Se recomienda instalar películas reflectivas de la radiación solar. La tecnología desarrollada recientemente permite a partir de la instalación de películas en la parte interna del vidrio reducir la ganancia de calor. minimizar la radiación solar directa, al mismo tiempo que mejorar el aislamiento térmico y evitar el paso rápido de calor durante el día. Es un aislante que retarda el equilibrio térmico entre el interior y el exterior. La película se instala sobre los vidrios que tenga la edificación, lo que mejora el rendimiento del trabajo y economiza materiales. Mejora el confort de los ocupantes reduciendo el calor y el deslumbramiento. Ayudan a contener los fragmentos de vidrio en caso de rotura. Esta películas reducen el calor generado por la energía solar hasta en un 85%, elevando la eficiencia de lo aires acondicionados y disminuyendo el costo en energía. Bloquea 99% de los dañinos rayos UV, el periodo de retorno se puede estimar entre 1 a 4 años.

La matriz siguiente resume las opciones de ahorro, muestra los ahorros potenciales, las inversiones, y las emisiones de CO2 evitadas.

Tabla 109. Matriz resumen de opciones de eficiencia energética sede Macarena B

Opciones Tipo A

Uso Final	Medida	Porcentaje de ahorro	Ahorro (kWh/día)
Iluminación	Buenas practicas operacionales	2,50%	17,65
	Sustitución escenario 1	10,13%	53,44
Equipos ofimáticos	Buenas practicas operacionales	1,09%	7,70
Administrativo	Gestión de indicadores	4%	28,25
	Planes de mantenimiento	3%	21,18
TOTAL POTENCIAL DE AHORRO		10,8%	128,23
EMISIONES EVITADAS (ton/CO2/año)			10,41

Inversión	Ahorro económico día	Observaciones	Costo anualizado de la inversión	Costo del kWh/evitado
\$ 100.000	\$ 3.674.930	Kit de aseo para lámparas	(\$ 30.192,08)	(2,68)
\$ 21.850.000	\$ 6.299.999	Información de mercado, luminaria T8 especular, sin difusor	(\$ 6.596.969,58)	(341,37)
\$ -	\$ 46.072		\$ 0,00	
\$ 2.500.000	\$ 3.868.347	Capacitación en gestión de energía	(\$ 754.802,01)	(63,61)
\$ 1.500.000	\$ 2.901.260	Pinza amperimetrica digital con multímetro, luxómetro, termómetro infrarrojo digital	(\$ 452.881,21)	(50,89)
\$ 25.950.000	\$ 16.790.609			
ROI TOTAL				53,34%

Opciones Tipo B

Uso Final	Medida	Porcentaje de ahorro	Ahorro (kWh/día)
Iluminación	Sustitución escenario 2	20.80%	109.76
Equipos ofimáticos	Sustitución por monitores LED	5.18%	36.57
Administrativo	Sistema de gestión de la energía	7%	49.43
	Control y monitoreo	12%	84.74
TOTAL POTENCIAL DE AHORRO		23.6%	280.50
EMISIONES EVITADAS (ton/CO2/año)			22.78

Inversión	Ahorro económico	Observaciones	Costo anualizado de la inversión	Costo del kWh/evitado
\$ 27,600,000	\$ 8,945,766	Sustitución por LED	(\$ 4,113,213.89)	(149.89)
\$ 29,400,000	\$ 2,980,455	Sustitución por tecnología LED	(\$ 4,381,466.97)	(479.24)
\$ 20,000,000	\$ 4,028,608	Certificación ISO 50001	(\$ 2,980,589.77)	(241.19)
\$ 25,000,000	\$ 6,906,185	Sensores y control de visitantes	(\$ 3,725,737.22)	(175.87)
\$ 102,000,000	\$ 22,861,013			
ROI TOTAL	22.41%			

8. ANEXO 1. CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN



ACREDITADO ISO/IEC 17025:2005
10-LAB-025 / 10-LAC-025

LABORATORIO DE METROLOGÍA
CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN No. 149580

Solicitante:	CORPOEMA	Dirección:	Carrera. 24 No.36 - 63
Fabricante:	HT	Modelo:	PQA-824
Número de Serie:	12051512	Estampilla:	00030226
Rangos de Corriente AC:	3000 A (AUTO RANGO)	Corriente de Examen:	200 A..... 2000 A
Fecha de Calibración:	2014-11-20	Fecha de Expedición:	2014-11-25
Frecuencia:	60 Hz	Número de Páginas:	2

MÉTODO DE CALIBRACIÓN

El método de calibración empleado consiste en la comparación directa del objeto de prueba con el equipo patrón de trabajo, haciendo circular la misma tensión y/o corriente en ambos equipos simultáneamente. En el caso de inyección de corriente, para corrientes mayores a 120A, se utiliza el Multiplicador de Campo Magnético [1]. Teniendo como referencia el procedimiento técnico LAB-P-09 calibración de instrumentos.

TRAZABILIDAD

El equipo de referencia utilizado para la Calibración del Objeto de prueba, es el Equipo para prueba de Medidores de Energía Eléctrica (EPM) ID10705 con Patrón Interno EPZ 303-5 serie No.050001721, Marca ZERA con certificado de calibración No.140346 del Laboratorio de Digitron Ltda. A su vez cuenta con trazabilidad al patrón nacional e internacional a través de este certificado.

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

La incertidumbre reportada en los resultados se determinó multiplicando la incertidumbre estándar combinada por los factores de cubrimiento k, correspondientes a los grados efectivos de libertad de cada medición, con los cuales se logra un nivel de confianza del 95,45%, la incertidumbre estimada en cada punto se presenta en la tabla anexa.


CONDICIONES AMBIENTALES

Temperatura Promedio: 23,1 °C
Humedad Relativa: 45 %HR


OBSERVACIONES

La Evaluación de la conformidad de los resultados es responsabilidad del usuario.

CALIBRADO POR:


Tecn. Jonathan Gomez
Metrólogo

REVISADO POR:


Ing. Maritza Muñoz
Coordinador Sistema de Calidad Laboratorio

[1] Multiplicador de Campo Magnético: Consiste en hacer circular una corriente determinada por un número definido de espiras (para el caso este número es 10) con el fin de multiplicar el campo magnético producido, de esta manera podemos simular altas corrientes, Ejm 1000 Amperios, inyectando en un circuito con 10 espiras 100 Amperios.

Este certificado expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas. No podrá ser reproducido parcial y/o totalmente, excepto cuando se haya obtenido previamente permiso por escrito del laboratorio que lo emite.

Los resultados contenidos en el presente certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. El laboratorio no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse de uso inadecuado de los instrumentos calibrados. LAB-F-03 Vigente desde 2014-11-10 versión 3.

FASE R

Pruebas Realizadas - Rango de Corriente 3000 A (AUTO RANGO)

Valor Aplicado (A)	n	Valor Patrón (A)	Valor medio (A)	% E. Medio (A)	% Desviación Estándar	% Incert. Uexp	k
200	10	200,000	197,090	-1,455	0,032	0,033	2,06
500	10	500,000	492,310	-1,538	0,088	0,071	2,23
1000	10	1000,040	984,380	-1,566	0,169	0,134	2,32
1500	10	1500,000	1476,200	-1,587	0,422	0,329	2,32
2000	10	2000,100	1967,400	-1,635	0,699	0,544	2,32

FASE S

Pruebas Realizadas - Rango de Corriente 3000 A (AUTO RANGO)

Valor Aplicado (A)	n	Valor Patrón (A)	Valor medio (A)	% E. Medio (A)	% Desviación Estándar	% Incert. Uexp	k
200	10	200,000	199,270	-0,365	0,048	0,043	2,13
500	10	500,000	497,820	-0,436	0,092	0,074	2,25
1000	10	1000,000	995,370	-0,463	0,116	0,093	2,28
1500	10	1500,100	1493,000	-0,473	0,000	0,024	2,00
2000	10	2000,100	1990,200	-0,495	0,422	0,329	2,32

FASE T

Pruebas Realizadas - Rango de Corriente 3000 A (AUTO RANGO)

Valor Aplicado (A)	n	Valor Patrón (A)	Valor medio (A)	% E. Medio (A)	% Desviación Estándar	% Incert. Uexp	k
200	10	200,000	199,398	-0,301	0,006	0,024	2,00
500	10	500,000	498,290	-0,342	0,074	0,061	2,21
1000	10	1000,000	998,400	-0,360	0,105	0,064	2,25
1500	10	1500,000	1494,000	-0,400	0,000	0,024	2,00
2000	10	2000,100	1992,800	-0,365	0,422	0,329	2,32

Fin Certificado de Calibración No. 149580



LABORATORIO DE METROLOGÍA
CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN No. 149579



Cliente:	CORPOEMA	Dirección:	Carrera. 24 No.36 - 63
Fabricante:	HT	Modelo:	PQA-824
Número de Serie:	12051512	Estampilla:	00030226
Rangos de Tensión AC:	600 V (AUTO RANGO)	Tensión de Examen:	40 V..... 400 V
Rangos de Corriente AC:	3000 A (AUTO RANGO)	Corriente de Examen:	1 A.....120 A
Fecha de Calibración:	2014-11-20	Fecha de Expedición:	2014-11-25
Frecuencia:	60 Hz	Número de Páginas:	6

MÉTODO DE CALIBRACIÓN

El método de calibración empleado consiste en la comparación directa del objeto de prueba con el equipo patrón de trabajo, haciendo circular la misma tensión y/o corriente en ambos equipos simultáneamente. Teniendo como referencia el procedimiento técnico LAB-P-09 calibración de instrumentos.

TRAZABILIDAD

El equipo de referencia utilizado para la Calibración del Objeto de prueba, es el Equipo para prueba de Medidores de Energía Eléctrica (EPM) ID10705 con Patrón Interno EPZ 303-5 serie No.050001721, Marca ZERA con certificado de calibración No.140346 del Laboratorio de Digitron Ltda. A su vez cuenta con trazabilidad al patrón nacional e internacional a través de este certificado.

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

La incertidumbre reportada en los resultados se determinó multiplicando la incertidumbre estándar combinada por los factores de cubrimiento k, correspondientes a los grados efectivos de libertad de cada medición, con los cuales se logra un nivel de confianza del 95,45%, la incertidumbre estimada en cada punto se presenta en la tabla anexa.

CONDICIONES AMBIENTALES

Temperatura Promedio: 23,1 °C
Humedad Relativa: 45 %HR


OBSERVACIONES

La Evaluación de la conformidad de los resultados es responsabilidad del usuario.

CALIBRADO POR:


Tecn. Jonathan Gomez
Metrólogo

REVISADO POR:


Ing. Maritza Muñoz
Coordinador Sistema de Calidad Laboratorio

Este certificado se expide de acuerdo con las condiciones otorgadas por el ONAC y expresa firmemente el resultado de las mediciones realizadas. No podrá ser reproducido parcial y/o totalmente, excepto cuando se haya obtenido previamente permiso por escrito del laboratorio que lo emite.
Los resultados contenidos en el presente certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. El laboratorio no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse de uso inadecuado de los instrumentos calibrados. LAB-F-03 Vigente desde 2014-11-10 versión 3



LABORATORIO DE METROLOGÍA
CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN No. 149579



Fase R

Pruebas Realizadas – Rango de Voltaje 600 V (AUTO RANGO)

Valor Aplicado (V)	n	Valor Patrón (V)	Valor medio (V)	% E. Medio (V)	% Desviación Estándar	% Incert. Uexp	k
40	9	39,700	39,756	0,140	0,053	0,049	2,18
50	10	50,005	49,680	-0,650	0,042	0,039	2,10
63,9	10	63,910	63,450	-0,720	0,053	0,046	2,14
120	10	119,990	119,120	-0,725	0,042	0,039	2,10
208	10	208,010	206,390	-0,779	0,032	0,033	2,06
254	10	253,970	252,010	-0,772	0,032	0,033	2,06
277	10	277,010	274,900	-0,762	0,001	0,024	2,00
300	10	299,980	297,690	-0,763	0,032	0,033	2,06
370	10	370,000	369,860	-0,038	0,052	0,045	2,14
400	10	399,980	399,820	-0,040	0,042	0,039	2,10

Pruebas Realizadas – Rango de Corriente 3000 A (AUTO RANGO)

Valor Aplicado (A)	n	Valor Patrón (A)	Valor medio (A)	% E. Medio (A)	% Desviación Estándar	% Incert. Uexp	k
1	10	1,000	1,000	0,000	0,000	0,024	2,00
3	10	3,000	3,000	0,000	0,000	0,024	2,00
5	10	5,000	4,690	-6,200	0,771	0,600	2,32
10	10	10,000	9,899	-1,010	0,003	0,024	2,00
30	10	29,987	29,602	-1,284	0,006	0,024	2,00
50	10	49,993	49,210	-1,566	0,032	0,033	2,06
70	10	69,995	68,910	-1,550	0,032	0,033	2,06
90	10	90,015	88,830	-1,316	0,048	0,043	2,13
100	10	100,020	98,710	-1,310	0,057	0,049	2,16
120	10	120,010	118,500	-1,258	0,000	0,024	2,00

Pruebas Realizadas – Exactitud en Potencia Activa (kW) (120 V - FP 1)

Corriente Aplicada (A)	n	Valor Patrón (kW)	Valor medio (kW)	% E. Medio (kW)	% Desviación Estándar	% Incert. Uexp	k
1,000	10	0,120	0,120	-0,175	0,001	0,042	2,00
2,500	10	0,300	0,300	-0,017	0,001	0,042	2,00
5,000	10	0,600	0,599	-0,125	0,001	0,042	2,00
6,000	10	0,720	0,710	-1,403	0,000	0,042	2,00
10,000	10	1,200	1,180	-1,691	0,000	0,042	2,00

Pruebas Realizadas – Exactitud en Potencia Activa (kW) (120 V - FP 0,5i)

Corriente Aplicada (A)	n	Valor Patrón (kW)	Valor medio (kW)	% E. Medio (kW)	% Desviación Estándar	% Incert. Uexp	k
1,000	10	0,060	0,060	-0,664	0,001	0,042	2,00
2,500	10	0,150	0,150	-0,233	0,001	0,042	2,00
5,000	10	0,300	0,290	-3,275	0,000	0,042	2,00
6,000	10	0,360	0,350	-2,833	0,001	0,042	2,00
10,000	10	0,600	0,575	-4,183	0,005	0,042	2,00

Pruebas Realizadas – Exactitud en Potencia Reactiva (kVAr) (120 V - FP 1)

Corriente Aplicada (A)	n	Valor Patrón (kVAr)	Valor medio (VAr)	% E. Medio (kVAr)	% Desviación Estándar	% Incert. Uexp	k
1,000	10	0,120	0,123	2,509	0,005	0,036	2,00
2,500	10	0,300	0,300	0,007	0,000	0,036	2,00
5,000	10	0,600	0,590	-1,662	0,000	0,036	2,00
6,000	10	0,720	0,710	-1,361	0,000	0,036	2,00
10,000	10	1,200	1,180	-1,675	0,000	0,036	2,00

Fase S

Pruebas Realizadas – Rango de Voltaje 600 V (AUTO RANGO)

Valor Aplicado (V)	n	Valor Patrón (V)	Valor medio (V)	% E. Medio (V)	% Desviación Estándar	% Incert. Uexp	k
40	10	39,999	40,000	0,003	0,000	0,024	2,00
50	10	50,013	50,000	-0,026	0,000	0,024	2,00
63,9	10	63,890	63,898	0,013	0,006	0,024	2,00
120	10	120,010	120,000	-0,008	0,000	0,024	2,00
208	10	208,010	207,840	-0,082	0,126	0,101	2,28
254	10	253,990	253,898	-0,036	0,006	0,024	2,00
277	10	277,010	276,898	-0,040	0,006	0,024	2,00
300	10	300,020	299,840	-0,060	0,052	0,045	2,14
370	10	369,970	369,698	-0,074	0,006	0,024	2,00
400	10	399,980	399,660	-0,080	0,052	0,045	2,14

Pruebas Realizadas – Rango de Corriente 3000 A (AUTO RANGO)

Valor Aplicado (A)	n	Valor Patrón (A)	Valor medio (A)	% E. Medio (A)	% Desviación Estándar	% Incert. Uexp	k
1	10	1,000	1,040	3,990	0,052	0,045	2,14
3	10	3,000	3,070	2,344	0,048	0,043	2,13
5	10	5,000	5,098	1,970	0,006	0,024	2,00
10	10	10,000	10,110	1,100	0,032	0,033	2,06
30	10	30,000	30,298	0,993	0,006	0,024	2,00
50	10	50,007	50,510	1,006	0,032	0,033	2,06
70	10	70,000	70,898	0,997	0,006	0,024	2,00
90	10	90,000	90,898	0,998	0,006	0,024	2,00
100	10	100,005	100,990	0,985	0,032	0,033	2,06
120	10	120,000	121,210	1,008	0,032	0,033	2,06

Pruebas Realizadas – Exactitud en Potencia Activa (kW) (120 V - FP 1)

Corriente Aplicada (A)	n	Valor Patrón (kW)	Valor medio (kW)	% E. Medio (kW)	% Desviación Estándar	% Incert. Uexp	k
1,000	10	0,120	0,122	1,675	0,004	0,042	2,00
2,500	10	0,300	0,310	3,326	0,000	0,042	2,00
5,000	10	0,600	0,610	1,633	0,001	0,042	2,00
6,000	10	0,720	0,732	1,653	0,004	0,042	2,00
10,000	10	1,200	1,220	1,650	0,001	0,042	2,00



Pruebas Realizadas – Exactitud en Potencia Activa (kW) (120 V - FP 0,5i)

Corriente Aplicada (A)	n	Valor Patrón (kW)	Valor medio (kW)	% E. Medio (kW)	% Desviación Estándar	% Incert. Uexp	k
1,000	10	0,060	0,060	-0,333	0,001	0,042	2,00
2,500	10	0,150	0,149	-0,713	0,003	0,042	2,00
5,000	10	0,300	0,290	-3,366	0,000	0,042	2,00
6,000	10	0,360	0,350	-2,833	0,001	0,042	2,00
10,000	10	0,600	0,577	-3,849	0,005	0,042	2,00

Pruebas Realizadas – Exactitud en Potencia Reactiva (kVAr) (120 V - FP 1)

Corriente Aplicada (A)	n	Valor Patrón (kVAr)	Valor medio (VAr)	% E. Medio (kVAr)	% Desviación Estándar	% Incert. Uexp	k
1,000	10	0,120	0,127	5,833	0,005	0,036	2,00
2,500	10	0,300	0,302	0,657	0,004	0,036	2,00
5,000	10	0,600	0,598	-0,323	0,006	0,036	2,00
6,000	10	0,720	0,720	-0,028	0,001	0,036	2,00
10,000	10	1,200	1,200	-0,025	0,001	0,036	2,00

Fase T

Pruebas Realizadas – Rango de Voltaje 600 V (AUTO RANGO)

Valor Aplicado (V)	n	Valor Patrón (V)	Valor medio (V)	% E. Medio (V)	% Desviación Estándar	% Incert. Uexp	k
40	10	39,993	40,000	0,018	0,000	0,024	2,00
50	10	50,001	50,000	-0,002	0,000	0,024	2,00
63,9	9	63,900	63,878	-0,035	0,067	0,059	2,23
120	10	120,010	119,900	-0,092	0,000	0,024	2,00
208	10	208,090	207,840	-0,120	0,052	0,045	2,14
254	10	254,020	253,800	-0,087	0,000	0,024	2,00
277	10	277,010	276,840	-0,061	0,052	0,045	2,14
300	10	299,950	299,740	-0,070	0,052	0,045	2,14
370	10	370,010	369,770	-0,065	0,048	0,043	2,13
400	10	400,000	399,698	-0,076	0,006	0,024	2,00

Pruebas Realizadas – Rango de Corriente 3000 A (AUTO RANGO)

Valor Aplicado (A)	n	Valor Patrón (A)	Valor medio (A)	% E. Medio (A)	% Desviación Estándar	% Incert. Uexp	k
1	10	1,000	1,010	0,980	0,032	0,033	2,06
3	10	3,000	3,000	0,000	0,000	0,024	2,00
5	10	5,000	5,000	0,000	0,000	0,024	2,00
10	10	10,000	9,920	-0,800	0,042	0,039	2,10
30	10	30,003	29,798	-0,683	0,006	0,024	2,00
50	10	49,998	49,640	-0,716	0,097	0,078	2,25
70	10	70,000	69,500	-0,714	0,000	0,024	2,00
90	10	90,020	89,340	-0,755	0,052	0,045	2,14
100	10	100,000	99,290	-0,710	0,032	0,033	2,06
120	10	120,000	119,130	-0,725	0,067	0,056	2,20

9. ANEXO 2. LICENCIA OFFICE

Microsoft Store: Confirmación del pedido (pedido n.º 12022111448)

Microsoft Store Support <DO-NOT-REPLY@microsoftstore.com>
Para: lprieto@corpoema.com

16 de marzo de 2014, 15:32

Estimado/a Luis Prieto - corporacion ema:

Gracias por hacer su pedido en Microsoft Store el 16 de marzo de 2014. El siguiente correo electrónico es un resumen de su pedido. Utilízalo como comprobante de compra. Si pago con tarjeta de crédito, busque MSFT*MICROSOFTSTORE en el resumen de facturación de su tarjeta de crédito.

Nota: Si el pedido contiene productos para descargar, puedes buscar el pedido con la información y el vínculo siguiente para descargar los productos desde allí. Cuando aparezca el resumen del pedido, haz clic en el vínculo Descargar junto al nombre del producto. Si tu pedido contiene productos físicos, recibirás otra notificación por correo electrónico cuando el producto haya sido enviado.

Para buscar tu pedido, visita la página de tu cuenta y utiliza la información de tu cuenta de Microsoft para tener acceso:

http://www.microsoftstore.com/store/msslam/es_MX/DisplayDownloadHistoryPage/ThemeID.30633200/Currency.COP/mktp.CO

Información sobre su pedido y cuestiones de comprobante de compra:

Número de pedido: 12022111448
Fecha del pedido: 16 de marzo de 2014

Luis Prieto - corporacion ema
Cr 24#36-63 ofc203
Bogota
Colombia
13682827
lprieto@corpoema.com

Pago:
VISA
*****3537
052018

Referencia de almacén del producto (SKU): 6GQ-00364
Nombre del producto: Office 365 Hogar Premium
Precio unitario: \$149.999,00
Cantidad solicitada: 1
Cantidad: \$149.999,00
Clave de producto: 77N8Y-QCHXB-BVY89-PPKT9-KP8BG

Subtotal: \$149.999,00
Impuestos: \$0,00

https://mail.google.com/mail/u/0/?ui=2&ik=e7bc5d7118&view=pt&q=office%20365&qs=true&e=earch=query&ms_g=144cc98cd6150214&siml=144cc98cd6150214 1/2

2/12/2014

Gmail - Microsoft Store: Confirmación del pedido (pedido n.º 12022111448)

Total: \$149.999,00

Información adicional sobre productos:

Office 365 Hogar Premium - Gracias por la compra del Office 365. Eres elegible a descargar GRATIS Norton Internet Security por 60 días. Elige el idioma de su preferencia

Download in English: http://buy-download.norton.com/downloads/OEM/21.1/NIS/NIS_21.1.0.18_SYMTB_PROMO_14_MRFTT_799_10249-EN.exe

Download in Española: http://buy-download.norton.com/downloads/OEM/21.1/NIS/NIS_21.1.0.18_SYMTB_PROMO_14_MRFTT_799_10249-ES.exe

Download in Portuguese: http://buy-download.norton.com/downloads/OEM/21.1/NIS/NIS_21.1.0.18_SYMTB_PROMO_14_MRFTT_799_10249-BR.exe

¿TIENES MÁS PREGUNTAS?

Visite nuestras páginas de ayuda en http://www.microsoftstore.com/store/mslatam/es_MX/DisplayHelpPage/ThemeID.30633200/Currency.COP/mktp.CO, lee nuestra política de devoluciones en http://www.microsoftstore.com/store/mslatam/es_MX/DisplayHelpReturnsRefundsPage/ThemeID.30633200/Currency.COP/mktp.CO y consulte su cuenta en línea en http://www.microsoftstore.com/store/mslatam/es_MX/DisplayDownloadHistoryPage/ThemeID.30633200/Currency.COP/mktp.CO.

Visita la página Contactamos para ver la lista de horarios laborales por zona horaria: http://www.microsoftstore.com/store/mslatam/es_MX/DisplayHelpContactUsPage/ThemeID.30633200/Currency.COP/mktp.CO

Nota: Este mensaje de correo electrónico fue enviado desde una dirección para fines de notificación únicamente y dicha dirección no admite la recepción de correo electrónico. No respondas este mensaje.

Atentamente,
Servicio de atención al cliente de Microsoft Store
http://www.microsoftstore.com/store/mslatam/es_MX/DisplayHelpContactUsPage/ThemeID.30633200/Currency.COP/mktp.CO
Microsoft Corporation
One Microsoft Way
Redmond, WA 98052, USA

<https://mail.google.com/mail/u/0/?ui=2&ik=e7bc5d7118&view=pt&q=office%20365&qs=true&search=query&msg=144cc98cd6150214&siml=144cc98cd6150214> 2/2

10. ANEXO 3. BIBLIOGRAFÍA

- American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc. (2010). ANSI/ASHRAE 55-2010, Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy, Atlanta, EUA.
- Campos, V. y Mendivil, A. (2005). Calidad del aire interior en los centros de educación infantil del país Vasco. Universidad del País Vasco. Bilbao: ETS de Ingenieros.
- CITEC UBB (2012). Manual de Diseño Pasivo y Eficiencia Energética en Edificios Públicos, IC-DA MOP, Santiago
- Colciencias, U. (2006). *Sistema de información de eficiencia energética y energías alternativas*. Recuperado el 01 de septiembre de 2014, de <http://www.si3ea.gov.co/Portals/0/Gie/Procesos/cemento.pdf>
- Guía de Eficiencia Energética para Establecimientos Educativos (GEEEduc) de la Agencia Chilena de Eficiencia Energética (AChEE)
- ISO TC 242/SC N112 - ISO/CD 50002:2012. Energy Audits.
- Minminas. Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público. RETILAP. Colombia. 2010
- NTC – ISO 50001. Sistemas de gestión de la energía. Requisitos con orientación para su uso. Energy management systems. Requirements with guidance for use. 2011. ICONTEC.
- O'Donnell B./ Sandoval J./ Paukste F., FUENTES LUMINOSAS, capítulo 4, Libro ILUMINACIÓN EFICIENTE, Proyecto ELI Ed. Manual Técnico de iluminación, Fundación red de Energía. 2009
- Protocolo Internacional de Medida y Verificación. Conceptos y opciones para determinar el ahorro de energía y agua, Efficiency Valuation Organization. 2010.
- Sistema de gestión integral de la energía. Guía para la implementación desarrollada por la UPME en 2008.

Fuentes de internet

- <http://www.si3ea.gov.co/Portals/0/Gie/Docs/calidad.pdf>
- <http://oretano.iele-ab.uclm.es/~carrion/potencia/descargaME/normativa.pdf>
- <http://www.mty.itesm.mx/decic/deptos/ie/profesores/allamas/cursos/ueee/armonicas/07Efectarm.PDF>
- <http://www.mty.itesm.mx/decic/deptos/ie/profesores/allamas/cursos/ueee/armonicas/07Efectarm.PDF>