Un mundo sostenible no será posible sin ustedes

Nosotros les ayudamos



TRÉSOR
DIRECTION GÉNÉRALE

20 años
upme
Unidad de Planeación Minero Energética

Renovación Energética de Edificios Públicos

Proyecto de cooperación internacional Francia-Colombia

Reporte de Auditoría Energética

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS)

11/03/2020

www.terao.fr www.terao.com.co
Siège social : 10 Cité de Trévise, 75009 Paris
01 42 46 06 63
© TERAO 2020 – Ne pas diffuser

Referencia	200311_MADS_AE_ V1	
Distribución	TERAO	
Versión - Fecha	V1	11/03/2020
Redactado por	Sebastián Bolívar	
Validado por	Camille Cuvillier /Paul Clément	
Histórico de las versiones	NA	

Resumen ejecutivo

Datos administrativos

Dirección: Calle 37 Nº 8-40

Fecha de construcción: 1970

Tipo: Oficinas distribuidas en 2 torres (edificio principal y anexo)

Superficie: 9 691 m²

Ocupación: 1685 personas

Obras y renovaciones más relevantes:

El edificio principal



Obras y renovaciones más relevantes:	
2008	Se adicionaron tercero y cuarto piso en el edificio anexo
2012	Se hizo cambio de data-center en el edificio anexo
2015	Se instaló una planta de energía de respaldo en el edificio anexo
2016-2017	Se implementó tecnología LED para todas las luminarias del edificio principal
2018	Se instaló aire acondicionado de precisión para el data-center
Actualmente	Renovación del auditorio en el edificio principal
Pendiente	Cambio de luminarias a tecnología LED en el edificio anexo

Características bioclimáticas

Contexto térmico

Zona térmica fría, los vientos ideales para la ventilación natural provienen del Sureste.

Comportamiento térmico

Se hace uso de la ventilación natural para el confort de los espacios. La ventilación natural dentro del edificio principal es buena, mientras que en el edificio anexo podría mejorarse.

Orientaciones de las fachadas

Las fachadas más expuestas a la radiación son la Este y Oeste. Las cubiertas son los elementos de la envolvente más propensos a recibir radiación.

Ocupación densa:

La ocupación dentro de las instalaciones es **densa**, la concentración de personas se encuentra en las oficinas abiertas, en donde se generan más ganancias térmicas.

Envolvente

Muros: Sin aislamiento térmico para las dos torres. Cubierta: sin aislamiento para el edificio principal y teja termo acústica para el edificio anexo.

Ventanas operables con blackouts en las dos torres.

Temperaturas y confort

En el edificio principal, las temperaturas se mantienen en confort en los horarios de ocupación. El edificio anexo siente inconfort por frio de 7 am a 10 am.

Equipos técnicos

Iluminación

- La densidad de potencia instalada es alta (8,3 W/m^2), que genera consumos adicionales de iluminación.
- El 64% de las luminarias instaladas son de tecnología LED, el restante corresponde a tecnología T5 y T8 fluorescentes.
- El 66% del área de los edificios de la entidad tiene los niveles de iluminación óptimos (300 lx-400 lx).

Aire acondicionado y ventilación mecánica

- Existe un aire acondicionado de precisión para los dos data-centers de los edificios de la entidad, los cuales operan a 14°C y 19°C que son temperaturas más bajas que las recomendadas por los estándares.
- Solo existen algunos ventiladores para cuartos de servidores.
- No se utiliza AA en los espacios ocupados.

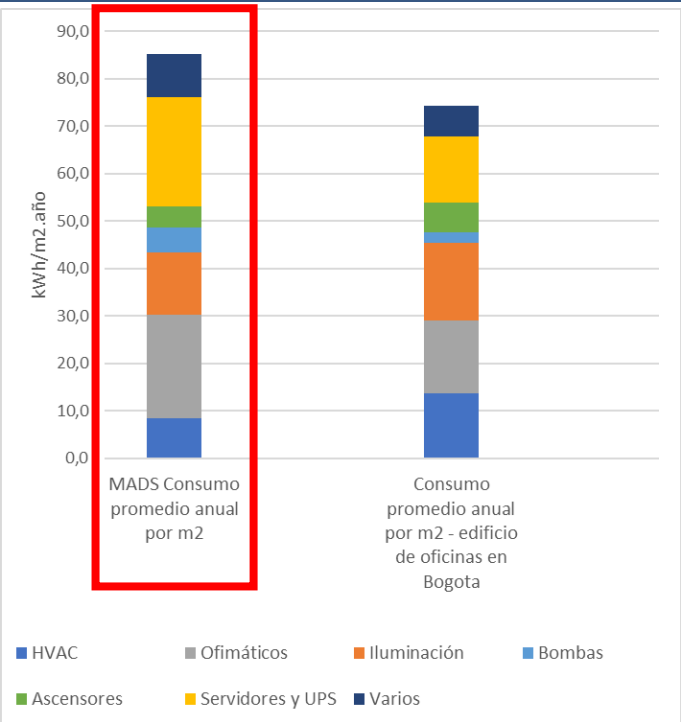
Ofimáticos y servidores

- Existe una densidad alta de equipos ofimáticos.
- Dentro de los edificios de la entidad existe alta densidad de servidores para el manejo de la información.

Varios

- El edificio no cuenta con una densidad alta de equipos de cafetería u otros, por lo que no representan un consumo considerable.

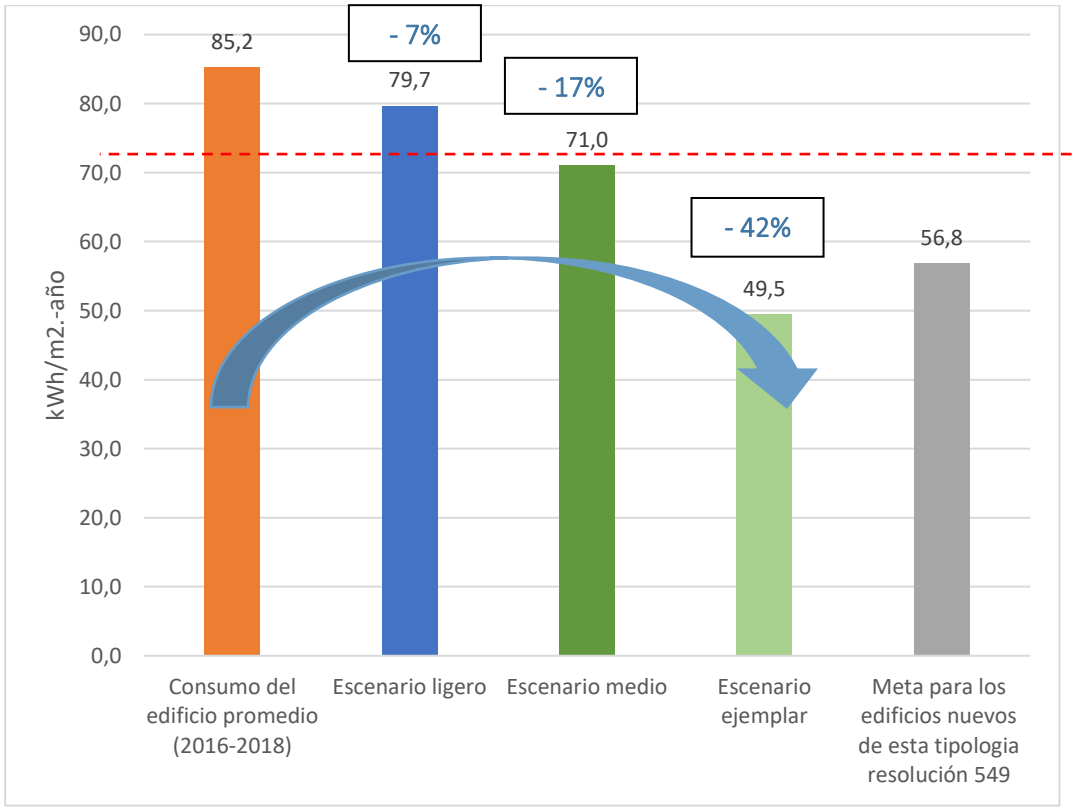
Distribución de consumos



Análisis costos y consumos

- El **consumo promedio de** los edificios de la entidad es de **85 kWh/m2-año.** Es superior en un 16% al de un edificio de oficinas promedio en la ciudad de Bogotá.
- El **consumo de servidores** está un **8% más alto** que un edificio de oficinas promedio en la ciudad de Bogotá.
- **El consumo de HVAC** en los edificios de la entidad es mucho más **bajo** que un edificio promedio de oficinas en Bogotá, puesto que no hay equipos de aire acondicionado o ventilación, en los espacios ocupados.
- El **consumo de iluminación es 6% menor** comparándolo con un edificio promedio en clima frio, esto es porque el 64% de las luminarias cuenta con tecnología LED.
- Los **costos promedio anuales** son de **294 MCOP**

Escenarios de ahorro de energía



72,3 kWh/m2-año

PND 2018-2022

Lograrse un ahorro en el consumo del -15% respecto del consumo del año anterior

Impacto de los escenarios de ahorro de energía – Fuente: TERAO

Estrategias de ahorro de energía								
	Propuestas de Mejoría	Inversión (COP)	Ahorro (kWh/Año)	Retorno (años)	Oportunidad	Escenario ligero	Escenario medio	Escenario ejemplar
1	Buenas prácticas es uso de equipos de iluminación.	0	3 800	0	★★★★★			
2	Buenas prácticas en uso de equipos Ofimáticos.	0	29 500	0	★★★★★			
3	Buenas prácticas en uso de temperatura en cuartos de data-centers.	0	20 700	0	★★★★★			
4	Sustitución de luminarias fluorescentes por tecnología LED.	19 671 000	57 200	1	★★★★☆			
5	Implementación de medidores inteligentes.	45 425 000	33 000	4	★★★★☆			
6	Implementación de equipos de gestión de la iluminación.	10 800 000	6 400	4	★★★★☆			
7	Implementación de paneles fotovoltaicos.	722 000 000	247 700	7	★★★★☆			
8	Sectorización de las luminarias.	28 000 000	12 800	5	★★★★☆			

Escenario	Inversión (COP)	Ahorros financieros (COP/año)	Ahorros energéticos (kWh/año)	Retorno (Años)	Ahorros GEI (kgCO2/año)
Ligero	0	19 230 000	53 900	0	20 500
Medio	75 896 000	49 157 200	137 800	2	52 400
Ejemplar	901 792 000	123 700 000	199 400	8	131 800

Índice

Resumen ejecutivo....3
1. Introducción....8
1.1. Contexto 8
1.2. Etapas de la auditoria 9
1.3. Limitaciones de la recopilación de información 9
1.4. Síntesis de la metodología 10
2. Datos generales.... 12
2.1. Evoluciones del edificio 14
2.2. Clima 14
3. Características bioclimáticas 18
3.1. Enfoque bioclimático 18
4. Uso del edificio.... 22
4.1. Ocupación del edificio 22
4.2. Ofimáticos 24
4.3. Sensibilización de los usuarios 25
4.4. Mantenimiento del edificio 25
4.5. Condiciones de confort 26
5. Equipos técnicos.... 28
5.1. Electricidad 28
5.2. Iluminación 28
5.3. HVAC 31
5.4. Ascensores 32
5.5. Otros equipos 33
6. Análisis energético 35
6.1. Facturas y análisis de consumos reales 35
6.2. Comparación de los datos de consumo 37
6.3. Distribución de consumos 40
7. Estrategias de ahorro de energía 42
7.1. Resumen de las propuestas y priorización de las mejorías 43
7.2. Acciones de renovación 45
8. Anexos.... 63
8.1. Trayectoria del sol 63
8.2. Equipos de medición 65

8.3. Temperatura óptima para zonas de servidores y UPS 66
8.4. Ventilación natural – Confort adaptativo 66
8.5. Análisis de mediciones 67
8.6. Inventario de servidores y UPS 69
8.7. Inventario de plantas eléctricas 72
8.8. Inventario de luminarias 72
8.9. Inventario de equipos de HVAC 75
8.10. Inventario bombas 76
8.11. Niveles de iluminación 77
8.12. EDGE 78
8.13. Incentivos tributarios FENOGE 79
8.1. El equipo 80
9. Presentación de TERAO 82

1. Introducción

1.1. Contexto

La UPME (Unidad de Planeación Minero Energética) y TERAO están desarrollando un proyecto de apoyo técnico para la renovación energética de edificios públicos colombianos.

En los años 2017-2018, se construyó el proyecto de cooperación entre Francia y Colombia para eficiencia energética apoyado por el FASEP (Fonds d'étude et d'aide au secteur privé - Fondo de Estudio y Asistencia del Sector Privado). Las misiones están divididas entre diferentes fases:

- Fase 1: Estudios preliminares de datos de eficiencia energética de edificios en 4 ciudades representativas de los climas de Colombia (Bogotá, Medellín, Barranquilla, Cali)
- Fase 2: Auditorías Energéticas:
  - Auditorías Energéticas de edificios identificados
  - Análisis y extrapolaciones de metodología y tendencias globales
- Fase Paralela: Intercambios con los interesados e involucramiento de las empresas francesas en el Club de Empresas del Proyecto
- Próxima Fase: Seguimiento de las obras y mediciones de los ahorros energéticos

En el marco de la fase 2, se realizan las auditorías energéticas de edificios públicos colombianos dentro de cuales hace parte el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS).

Este proyecto se realiza gracias a una donación no-reembolsable del Ministerio de finanzas y de economía de Francia a la Unidad de Planeación Minero-Energética de Colombia

Los objetivos específicos son:

- Realizar la caracterización energética de la edificación objeto de la auditoria, a partir de la recopilación y análisis de información primaria y secundaria, incluyendo análisis de aspectos constructivos.
- Identificar medidas de ahorro y eficiencia energética aplicables a la edificación auditada.
- Priorizar las medidas identificadas teniendo en cuenta su viabilidad técnica y económica, los costos de inversión y periodos de retorno y el impacto de su aplicación, en el desempeño energético de la edificación.

1.2. Etapas de la auditoria

La auditoría energética se desarrolló según las siguientes etapas

Etapas	Fecha o periodo
Contactos preliminares	Octubre de 2019
Reunión de inicio	19 de noviembre de 2019
Recopilación de información	19 de noviembre de 2019
Visitas, mediciones en el edificio e intercambios con los usuarios	19 de noviembre y 10 de diciembre del 2019
Análisis y diagnostico	Enero de 2020
Propuestas de primeras acciones de mejoramiento	Febrero de 2020
Reporte final	11/03/2020
Reunión de presentación	Por programar

Los actores de la auditoria energética son:

- Responsable de la auditoria por parte del cliente: María Cecilia Concha, Camilo Ernesto Castillo
- Interlocutor para los intercambios sobre la auditoria por parte del cliente: Ruth Margarita Ochoa Ramírez, Camilo Ernesto Castillo, Laura López, Nelson García, María Cecilia Concha.
- Responsable de la auditoria por parte de TERAO: Paul Clément / Camille Cuvillier
- Desarrollo técnico del proyecto TERAO: And / Sebastián Bolívar

1.3. Limitaciones de la recopilación de información

La cantidad y la calidad de los datos entregados por parte del cliente más los datos recopilados durante las visitas técnicas del sitio han permitido hacer un pronóstico general del edificio desde el punto de vista energético permitiendo presentar estrategias de ahorro que se ajusten a las necesidades del proyecto. El edificio cuenta con dos auditorías energéticas previas, por lo que los administrativos dentro del edificio ya tienen experiencia lo que facilito la organización de la información.

Durante la etapa de recopilación de información, pudimos conseguir:

- Información de auditorías previas
- Facturas de luz de 2014 a Julio de2019
- Fichas técnicas de los equipos utilizados
- Referencias de las luminarias instaladas
- Mantenimiento de los equipos.

Durante las visitas técnicas, pudimos conseguir la siguiente información adicional:

- Fotografías de las placas de los equipos de aire acondicionado
- Fotografías de los pisos y de las condiciones de uso.
- Mediciones de iluminancia, temperatura e higrometría.
- Fotografías de las luminarias instaladas en cada nivel.
- Información de uso y ocupación.

- Ubicación de los equipos de aire acondicionado
- Fotografías de las luminarias instaladas
- Fotografías de los equipos varios utilizados
- Información sobre renovaciones al edificio previas a la auditoria

La información que no se pudo recopilar es la siguiente. Sobre estos temas, hemos debido tomar hipótesis para hacer el estudio energético:

- Planos arquitectónicos
- Porcentaje de ventanería

1.4. Síntesis de la metodología

El análisis se lleva a cabo mediante acercamientos sucesivos. Como se muestra a continuación:

Primero, las fases del contacto preliminar, la reunión de inicio, las recopilaciones de datos hasta cierto grado de análisis constituyen un todo que llamamos análisis preliminar. Debe llevar a una buena comprensión del edificio.

En un segundo paso, los datos se refinan mes a mes para comparar los datos recopilados y las facturas, lo que permite consolidar el diagnóstico existente, enumerar las mejoras y cuantificar sus impactos en términos de costos operativos y la inversión.

El análisis preliminar tiene como objetivo ubicar el nivel de rendimiento energético del edificio y comprender los factores importantes que implican los resultados obtenidos. Este análisis debe permitir realizar un primer cálculo del consumo del existente, que se aproxima a una precisión del 10% aproximadamente en cada mes del año de las facturas recaudadas. También debe permitir proponer una primera descomposición de los consumos de energía para identificar las principales pérdidas energéticas.

Para lograr estos objetivos, la auditoría preliminar consistió en:

- Reunir la mayor cantidad de datos posible sobre el edificio existente para elaborar un inventario de equipos que consumen energía y un inventario de las características térmicas de la construcción.
- Obtener la mayor cantidad de facturas posible para formular una base de datos de consumo confiable que permita extraer información importante sobre el perfil de consumo durante todo el año.
- Estimar los consumos asumiendo las condiciones típicas de uso de cada equipo.

El análisis mes por mes nos permite calibrar el modelo de acuerdo con:

- Ocupación de los locales
- Iluminancia natural
- Clima
- Facturas

Algunos supuestos se revisan de acuerdo con las diferencias entre el consumo real y el estimado a lo largo del mes. El objetivo del análisis secundario es acercarse a una precisión del 10% a nivel del mes y del 5% durante el año. En algunos casos, las facturas no permiten una división mes a mes: el análisis preliminar se profundiza al realizar un trabajo preciso sobre los supuestos de uso para obtener una precisión del 5% durante un año. Esta precisión es necesaria para cuantificar los impactos energéticos y económicos de las soluciones.

El propósito de esta auditoría es alcanzar un nivel de exhaustividad para determinar los retos relacionados con la mejora energética del edificio.

A continuación, se presentan las diferentes etapas de la realización de la auditoria:

Lanzamiento de la misión

- Reunión de inicio
- Visita preliminar
- Carta de la dirección del edificio para confirmar su interés en ser objeto de una auditoria energética

Análisis preliminar

- Recopilación de la información (planos, fichas técnicas, condiciones de uso y mantenimiento de los equipos,…)
- Visitas técnicas y intercambios con los usuarios
- Mediciones (niveles de iluminancia, temperatura, humedad relativa..)
- Análisis preliminar del edificio

Balance y análisis de los consumos

- Refinación de datos mes a mes
- Comparación de datos recolectados y facturas
- Consolidación del diagnóstico

Propuestas de mejoría

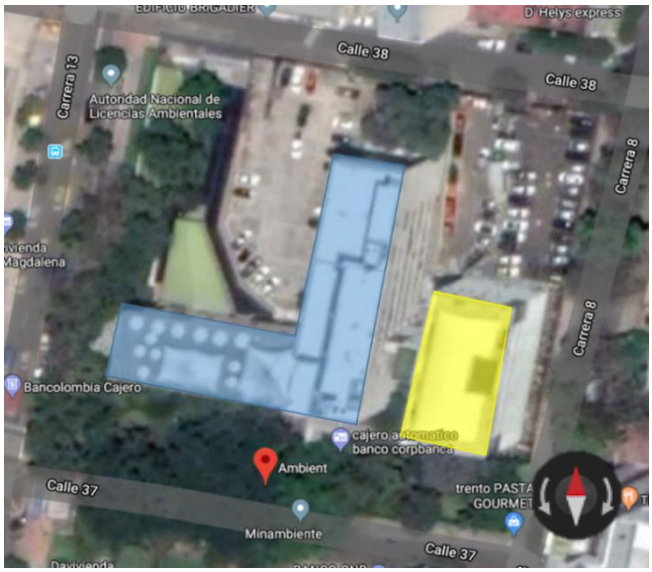
- Enumeración de propuestas de mejoría
- Reunión con los actores del edificio para seleccionar las propuestas a profundizar según la prioridades de los usuarios y planos de inversión
- Balance y análisis de las propuestas de mejoría seleccionada (incluidas estimaciones de inversión y % de ahorros de energía)

Terminación de la auditoría energética

- Entrega del informe de auditoría energética
- Reflexiones sobre las implementaciones

2. Datos generales

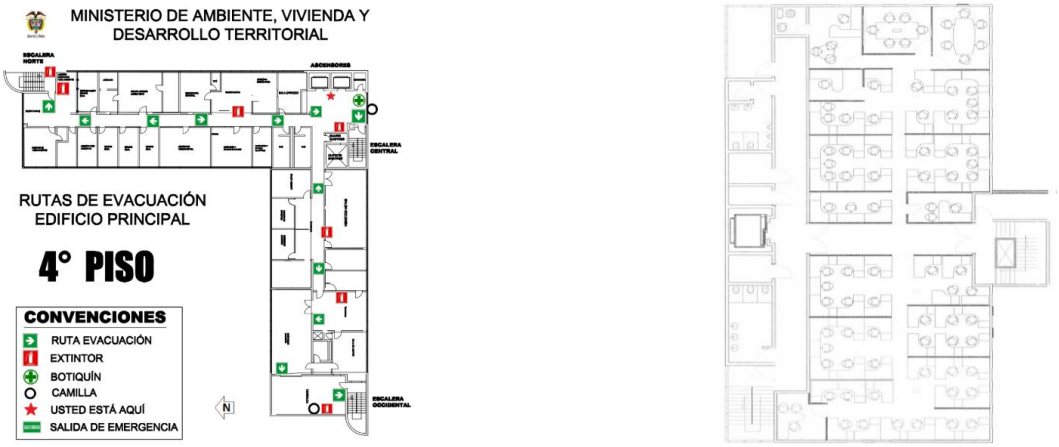
El edificio Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) fue construido en el año 1970, se encuentra ubicado en la ciudad de Bogotá cerca a los cerros orientales en la dirección Calle 37 Nº 8-40.



Localización de los edificios de MADS– Fuente: Google Maps

Tiene un área de 9 691 m^2 distribuidos en dos torres, la del Ministerio de Ambiente o torre principal (color azul) y la torre de Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA) o torre anexa (color amarillo).

Nota: Todas las plantas de las dos torres se asumieron como plantas tipo.



Plantas tipo edificio principal (izq) y edificio anexo (der). Fuente: MADS

Torre principal	
Piso	Área (m²)
Sótano 2	1 398
Sótano 1	1 165
Piso 1	1 086
Piso 2	953
Piso 3	1 044
Piso 4	1 050
Piso 5	719
Total	7 415

Torre anexo	
Piso	Área (m²)
Sótano 1	455
Piso 1	455
Piso 2	455
Piso 3	455
Piso 4	455
Total	2 275

A continuación, se muestran imágenes de cómo es el edificio en su interior y sus fachadas:



Fotografías Oficinas y espacios Ministerio de ambiente– Fuente: TERAO.

2.1. Evoluciones del edificio

Las principales remodelaciones o renovaciones del edificio que se pudieron identificar y las que están en curso o en proyecto se listan en la siguiente tabla.

Año	Cambio
2008	Se adicionaron tercero y cuarto piso en el edificio anexo
2012	- Se hizo cambio de datacenter en el edificio anexo - El piso 5 del edificio principal paso de ser de archivo, a ser de oficinas y se adicionaron ventanas en la fachada este
2015	Se instaló una planta de energía de respaldo en el edificio anexo de 240 kVA y una UPS de 80 kVA
2016-2017	- Se implementó tecnología LED para todas las luminarias del edificio principal - Se hizo un cambio de la planta eléctrica en el edificio principal para que cumpliera con la normativa de Retie. - Se re acomodaron los tableros eléctricos en el edificio principal
2018	- Se instaló aire acondicionado de precisión para los datacenters de los edificios de la entidad. - Se hizo un cambio de la UPS para el datacenter del edificio anexo.
Actualmente	Renovación del auditorio en el edificio principal
Renovaciones pendientes	Cambio de luminarias a tecnología LED en el edificio anexo.

2.2. Clima

2.2.1.Zonas climáticas colombianas

Según su localización, un edificio puede funcionar de manera muy distinta. En efecto, según la altura y la geolocalización, las condiciones climáticas cambian mucho en Colombia.

La clasificación del Clima en Colombia según la temperatura y la humedad relativa están dadas en el anexo 2 de la Resolución 549 de 2015. Los distintos climas son:

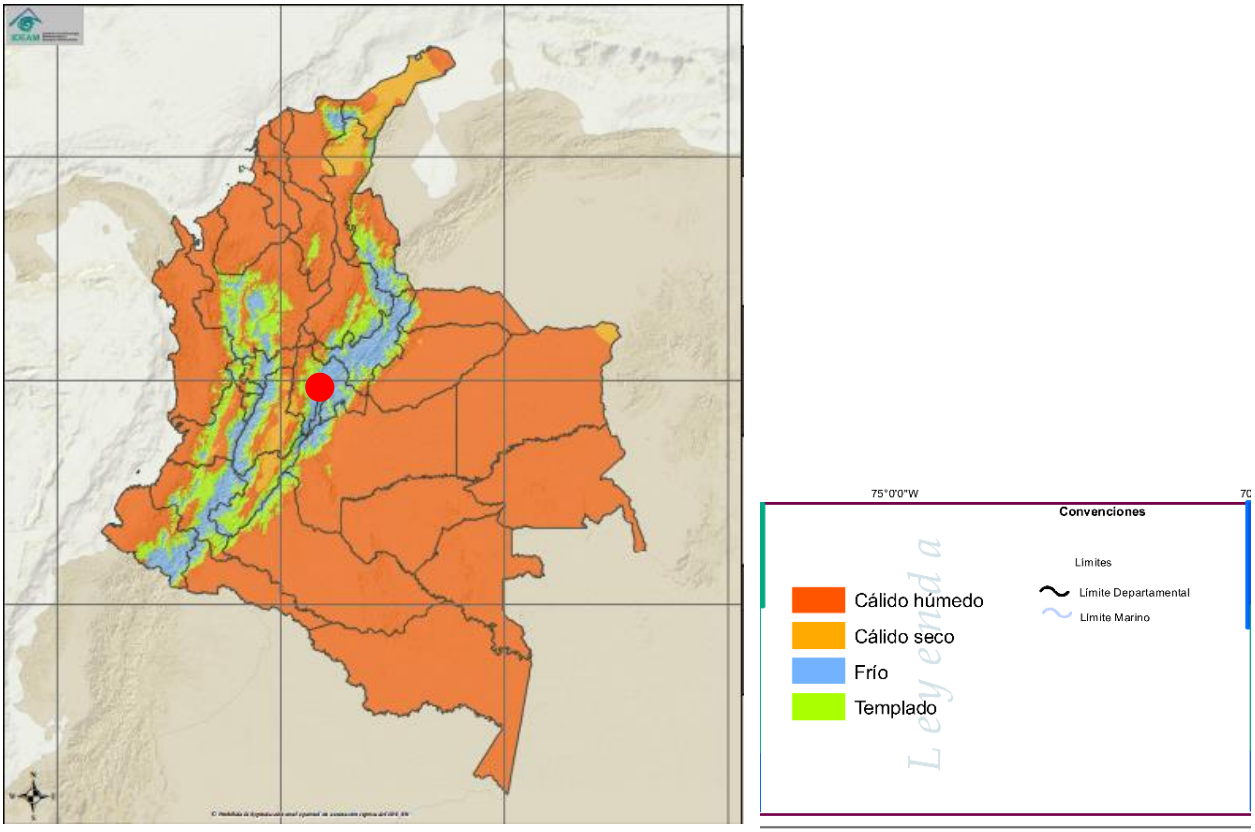
- Cálido-húmedo / como en Barranquilla
- Cálido-seco / como en Cali
- Frío / como en Bogotá
- Templado / como en Medellín

La Resolución 549 de 2015 “por la cual se reglamenta el Capítulo 1 del Título 7 de la parte 2, del Libro 2 el Decreto 1077 de 2015, en cuanto a los parámetros y lineamientos de construcción sostenible y se adopta la Guía para el ahorro de agua y energía en edificaciones” es del Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio.

Las principales variables que definen el clima, según la Resolución 549 de 2015 se resumen a continuación, y se indica la principal ciudad representativa para cada tipo de clima:

Tipo de clima	Temperatura (ºC)	Altitud (msnm)	Ciudad representativa
Frío	12 - 18	2000m - 2999m	Bogotá (2625m)
Templado	18 - 24	1000m - 1999m	Medellín (1495m)
Cálido seco	> 24; HR < 75%	< 1000m	Cali (997m)
Cálido húmedo	> 24; HR > 75%		Barranquilla (18m)

Tabla de presentación de los diferentes climas. Fuente: Resolución 549 de 2015



Mapa de los climas de Colombia. Fuente: Resolución 549 de 2015

2.2.2.Temperaturas - Bogotá

Las estaciones meteorológicas de referencia son: Apto Eldorado P1-2 (74.14 W, 4.69 N), Eldorado Didáctica (74.15 W, 4.7 N) y Manjúa (74.4 W, 4.8 N).

El clima se cataloga como **frio**, debido a su temperatura promedio (13,7°C y humedad relativa promedio (79%)).

Los datos registrados son los siguientes:

- Temperatura máxima: 19,3°C.
- Temperatura media: 13,7°C.
- Temperatura mínima: 7,3°C.

2.2.3.Humedad relativa – Bogotá

ESTACIÓN	HUMEDAD RELATIVA (%)												
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
Apto Eldorado P1-2	79	80	81	82	81	79	77	77	79	82	83	81	80
Eldorado Didáctica	78	78	79	81	80	77	75	77	77	81	82	79	79

Datos de humedad relativa (%) Bogotá– Fuente: Meteonorm, IDEAM

La humedad relativa para Bogotá oscila entre 75% y 84%, siendo mayor en los meses de abril y noviembre y menor en julio y agosto. La humedad de Bogotá se considera alta, sin embargo, en cercanías a las montañas orientales, los vientos fuertes del este compensan dichos valores de humedad haciendo el clima más seco que húmedo.

2.2.4.Trayectoria del sol Bogotá

En Bogotá, el sol brilla desde el Norte entre abril y agosto y desde el Sur entre septiembre y marzo.

El sol brilla fuerte durante pocas horas durante las mañanas sobre la fachada Este/oriental y sobre la fachada Oeste durante horas de las tardes. Durante esas horas se puede generar inconfort para los usuarios de un edificio porque la radiación solar es directa.

La cubierta tiene ganancias termicas por radiacion ya que el sol alcanza una elevacion importante muy rapidamente.

Las fachadas Este y Oeste serían las más afectadas por lo que es necesario aplicar medidas que mejoren el confort de las personas que tienen sus puestos de trabajo localizados a estos costados del edificio

Este tema se profundiza en el anexo 8.1 Trayectoria del sol

2.2.5.Nubosidad

Según el estudio de la caracterización climática de Bogotá y cuenca alta del río Tunjuelo del IDEAM, se observa que las mayores ocurrencias de horas con sol se registran en horas de la mañana y hasta las 2 o 3 de la tarde para la mayoría de meses, exceptuando aquellos que son declarados como lluviosos y por lo tanto, presentan mayor nubosidad como son: abril, mayo, octubre y noviembre, en los cuales se observa una menor duración de horas de sol en el transcurso del día.

2.2.6.Características de viento



Rosas de vientos de febrero, junio y diciembre para Bogotá– Fuente: IDEAM

La dirección predominante del viento en Bogotá es Este y Sureste como se observa en las tres rosas de viento para los meses de febrero, junio y diciembre y la velocidad predominante está entre 0.5 y 2 m/s.los datos son tomados de reportes del IDEAM – Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia.

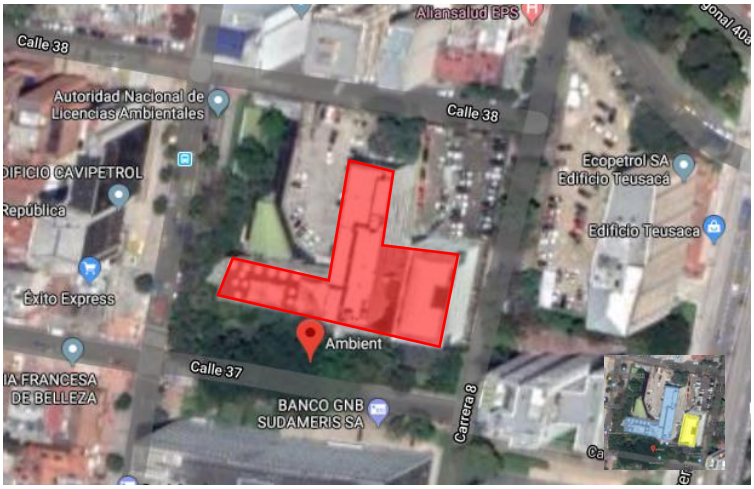
Los vientos ideales a usar para la ventilación natural de un edificio son vientos lentos (< 2m/s) que por la mayoría, vienen del Sureste.

Para recordar: **Datos generales**

- Los edificios de la entidad son de tipo oficina. El **área total** tenida en cuenta para la auditoria es de **9 691 m2**.
- El edificio fue construido en 1970. Durante los últimos años, **se reemplazaron todas las luminarias** existentes por luminarias **con tecnología LED en la torre principal**
- Desde el **2012** se han hecho **cambios en datacenters y subestaciones eléctricas** para las dos torres
- El edificio anexo cambiara todas las luminarias existentes por luminarias con tecnología LED
- Edificio ubicado **en zona climática fría**.
  - Las temperaturas exteriores permiten evitar el uso de Aire acondicionado o calefacción.
  - El impacto de **la radiación solar es fuerte** y particularmente sobre los elementos horizontales y las **fachadas Este y Oeste**.
  - Los **vientos ideales** para la ventilación natural provienen del **Sureste**..

3. Características bioclimáticas

3.1. Enfoque bioclimático



Edificios de la entidad. Fuente: Google Maps

Los edificios de la entidad se encuentran en un lugar de alta densidad de edificios a su alrededor. La altura de estos ofrece un sombreamiento considerable para protegerlos de la radiación solar, pero ocasionan que los vientos que se puedan aprovechar sean limitados.

Cuenta con algunos árboles a su alrededor que ofrecen algo de sombreamiento para los primeros pisos

3.1.1.Forma, compacidad y exposición

La torre principal tiene forma de "L" y la torre anexo tiene forma rectangular. Sus fachadas más largas se encuentran ubicadas hacia el Sur lo que permite aprovechar de los vientos ideales para la ventilación natural provenientes del Sureste.

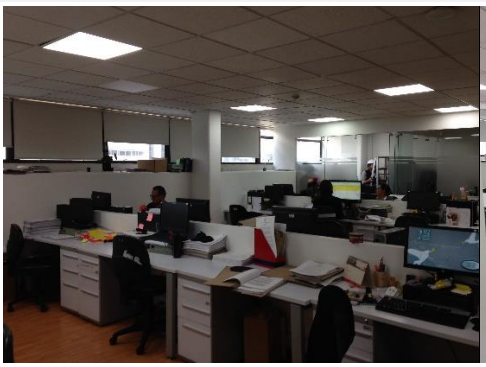
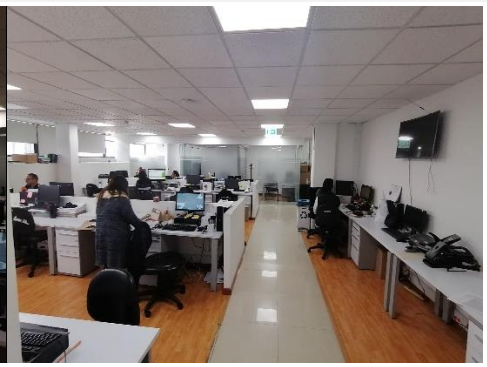
El edificio principal por su forma en "L" tiene dos secciones que se afectan de manera distinta por el sol:

- Una sección está orientada hacia el Este-Oeste (amarillo), esta orientación no es óptima porque recibirá más cargas térmicas por radiación solar. El edificio anexo le ofrecerá algo de sombreamiento a los primeros pisos en las horas de la mañana.
- Otra sección, está orientada hacia el Norte-Sur(naranja), esta orientación es la más óptima ya que recibirá menos cargas térmicas por radiación solar.
- El edificio anexo recibirá radiación solar en las horas de la mañana en la fachada Este. En las tardes no recibirá radiación solar en la fachada Oeste por el sombreamiento del edificio principal.



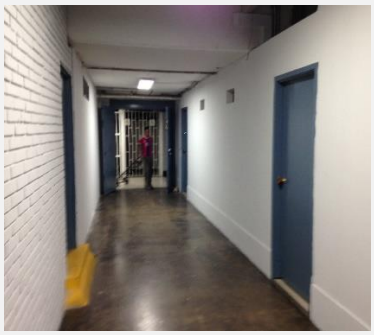
Sección Norte-Sur(naranja), Sección Este-Oeste(amarillo)

No existen dispositivos de sombreamiento exteriores como aleros verticales u horizontales. Todas las ventanas del edificio cuentan con blackouts o persianas que protegen a las personas de la radiación, pero afectan la iluminación natural de las oficinas, por lo que se ven obligados a encender las luminarias.

Blackouts e iluminación natural dentro de las oficinas

Características de la envolvente

Zona	Composición
Paredes exteriores 	**Edificio principal** -Muros en concreto reforzado de 60 cm -Pintura blanca **Edificio anexo** -Ladrillos de tolete con uniones de icopor y sellante elástico con las columnas y vigas de concreto.
Paredes interiores 	**Edificio principal** - Bloque de concreto y bloque de arcilla numero 5 - Terrajeo de cemento y arena de 2 cm - También se encontraron dentro del edificio divisiones en drywall **Edificio anexo** - Bloque 5 de arcilla - Divisiones en drywall
Cubierta  	**Edificio principal** - Placa de concreto 60 cm - Impermeabilizante **Edificio anexo** -Estructura metálica -Teja termo acústica - Concreto + impermeabilizado + pintura color plata

Entrepisos 	**Edificio principal** - Placa de concreto 60 cm -Mortero de nivelación - Losa - Drywall cieloraso **Edificio anexo** - Lamina de metaldeck grado 40 de 2" calibre 20. - Malla electro-soldada + 12 centímetros de concreto. - Vigas hechas con perfiles en C de acero 10 centímetros por 5 centímetros, con un espesor es de 1,5 milímetros. - Drywall cieloraso
Ventanería 	**Para las dos torres** - Vidrio claro de 4 mm y 6mm traslucidos - Marco en aluminio - La mayoría cuenta con blackouts

De acuerdo a lo visto en la visita como hipótesis se tomará que el porcentaje de ventanería del edificio es del 40%. Los datos se obtuvieron de las auditorias hechas anteriormente.

3.1.2.Ventilación natural

Como se pudo ver en la sección 2.2.6 Características del viento, en Bogotá la mayoría de los vientos provienen de la dirección Sureste. De acuerdo a la orientación de los edificios las fachadas que reciben más vientos son las que están señaladas en verde en la imagen a continuación.

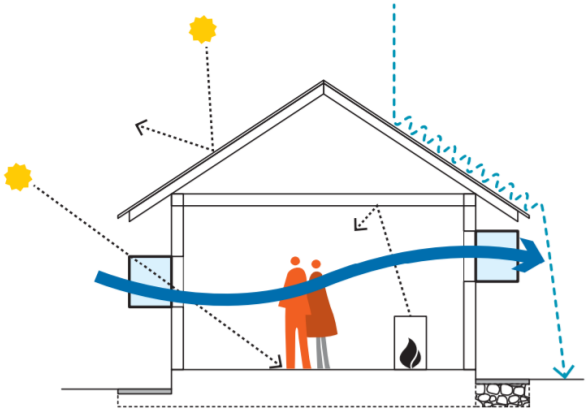


Fachadas beneficiadas por los vientos (verde) y dirección predominante de los vientos (amarillo).

Tanto la torre principal como la torre anexo reciben vientos en alguna de sus fachadas, sin embargo, como el lugar donde se encuentra ubicado tiene varias construcciones a su alrededor, esto evita que se pueda beneficiar totalmente de los vientos.

Las ventanas son operables, cuentan con basculantes que las personas abren a diferentes ángulos para permitir el ingreso de aire exterior a los espacios internos, así que los ocupantes son los que deciden que tanta ventilación desean.





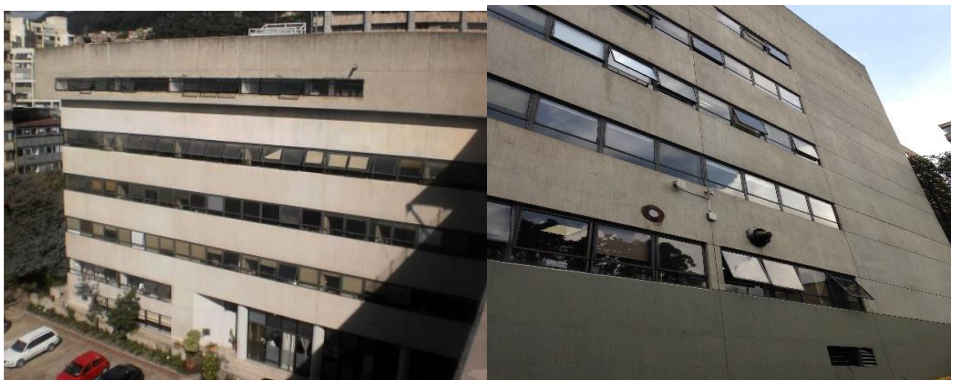
Ventanas operables de los edificios de la entidad. Fuente TERAO *Ventilación natural cruzada. Fuente: resources.capbauno.org.ar*

En la anterior imagen se observa como el aire (flecha azul) ingresa al recinto por una ventana ubicada en la parte izquierda, el aire atraviesa el espacio y a la vez se calienta. El aire caliente sale por la ventana de la derecha que está ubicada a una altura mayor y en el costado opuesto que la ventana por donde ingreso.

Lo anteriormente mencionado permite el flujo de aire y el confort de los espacios. A esto se le llama ventilación natural cruzada y es la manera más óptima de hacerla.

3.1.2.1. Ventilación natural, edificio principal.

En el edificio principal las ventanas están ubicadas en ambos costados, que, aunque están a la misma altura, permite ventilación cruzada:



Edificio principal ala sur con su fachada opuesta. Fuente: TERAO y anteriores auditorias.

3.1.2.2. Ventilación natural, edificio anexo.

En el edificio anexo el número de ventanas es menor o en ciertas fachadas no hay, por lo que no se permite una ventilación natural óptima. Esto se corrobora por los espacios interiores en donde se sentía una temperatura más alta respecto a los del edificio principal.




Edificio anexo. Fuente: TERAO y anteriores auditorias

Para recordar: **Bioclimática y envolvente**

- El edificio principal tiene forma de "L" y el anexo forma rectangular, **tienen sus fachadas más largas al costado Sur.**
- Los edificios que rodean a los dos edificios de la entidad ofrecen sombreamiento considerable al edificio pero ocasionan que los vientos aprovechables sean limitados.
- El edificio principal cuenta con dos secciones:
  - Una sección orientada Este-Oeste: recibe más radiación solar. Orientación no óptima.
  - Una sección orientada Norte-Sur: Recibe menos radiación solar. Orientación óptima.
- El edificio anexo recibe radiación solar en horas de la mañana por la fachada Este, por las tardes el edificio principal ofrece sombreamiento.
- Los **blackouts** dentro de los espacios ofrecen protección para el asoleamiento y radiación, pero **afectan considerablemente la iluminación natural**.
- **La ventilación natural es buena en el edificio principal. En el edificio anexo podría mejorarse**

4. Uso del edificio

4.1. Ocupación del edificio

Los edificios de la entidad cuentan en su mayoría con oficinas abiertas para todos los pisos, en donde existen algunas oficinas privadas para ciertos funcionarios. El horario que se maneja es el horario típico de oficina de 7:00 am a 6 pm de lunes a viernes, sin embargo, pueden existir personas que se queden hasta las 10 pm.

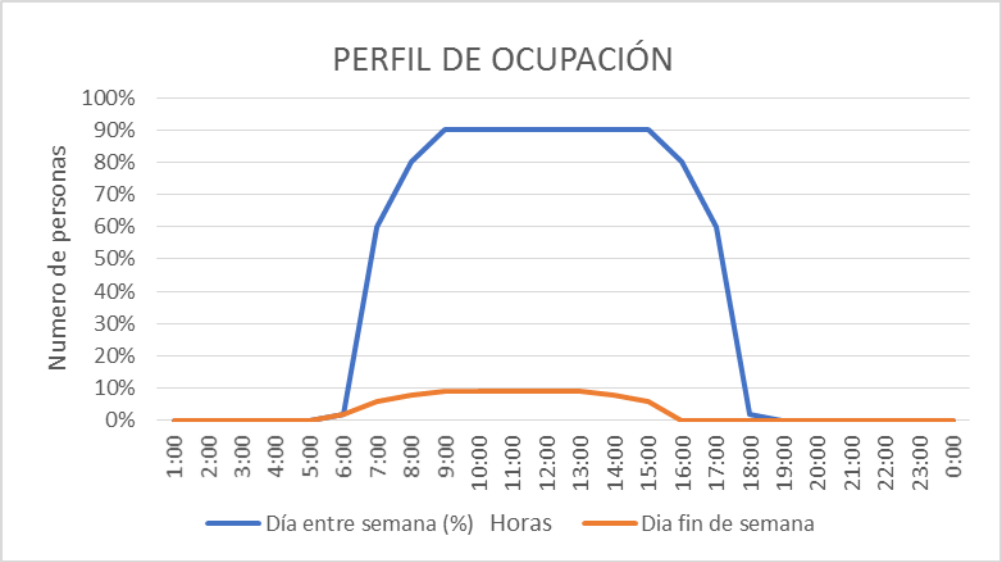
Existen además eventos especiales que pueden ocurrir fuera de estos horarios establecidos.

Los sábados también ingresan algunos trabajadores, contratistas y el personal de aseo. Las cuadras de los guardas funcionan las 24 horas del día de lunes a domingo.

Las vacaciones se realizan cuando cada empleado las solicita, por lo que tienen un comportamiento que no afecta considerablemente los consumos así que no se tomara en cuenta para los cálculos.

El edificio principal tiene una capacidad para 916 trabajadores y el edificio anexo para 769, lo que da un máximo de 1685 trabajadores en la entidad. Ya que es un edificio público importante para el país, cuenta con un gran flujo de visitantes diariamente: el número total de ocupantes se puede estimar alrededor de 2000 personas.

Nota: Se asume como 2000 personas la ocupación máxima de los edificios de la entidad.



Perfil de ocupacion diario



Perfil de ocupación mensual del 2014 al 2019

Se puede observar según la gráfica de ocupación mensual (2014-2019) los meses de enero el número de personas dentro de los edificios de la entidad disminuye, esto es a causa de que no se reciben muchos visitantes y por qué es época de contrataciones.

Modo de ocupación

La siguiente tabla da valores indicativos para tener un punto de vista sobre la densidad de las oficinas:

Densidad de personas:

Densidad	Descripción	Zonas concernidas
Ligera	<=6,5 personas/100m²	Oficinas privadas
Mediana	8,5 personas/100m²	Salas de reunion
Mediana densa	11 personas/100m²	Lobbies
Densa	>=13 personas/100m²	Oficinas abiertas, auditorio

La ocupación de los edificios de la entidad en general es densa según los datos reportados por los interlocutores se tienen 2 000 personas (trabajadores y visitantes) para 9 691 m^2.

Específicamente, la ocupación de los espacios varía según el espacio que se esté observando. Las oficinas privadas tienen una ocupación ligera, puesto que tienen 1 computador por oficina. Mientras que las oficinas abiertas tienen una ocupación densa, en la cual se pueden observar una gran cantidad de computadores por metro cuadrado.



Oficina abierta (izq) y oficina privada (der). Fuente: TERAO

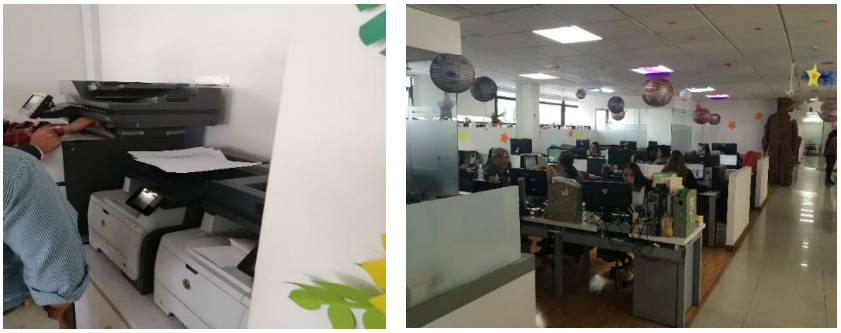
Las salas de reuniones y lobbies tienen una ocupación mediana y mediana densa respectivamente.

Las personas dentro de los espacios generan ganancias térmicas a causa de la energía interna propia de cada persona. Por este motivo se pueden generar temperaturas altas dentro de los espacios

4.2. Ofimáticos

El número de equipos ofimáticos en un edificio de oficinas representa un porcentaje importante dentro del consumo total del edificio. Según la información compartida por los interlocutores la cantidad de equipos en uso continuo durante la jornada laboral, es la siguiente:

Edificio principal	Edificio anexo
- 686 computadores de escritorio. - 84 portátiles - 33 impresoras - 5 escáneres activos - 1 plotter	- 382 Computadores de escritorio - 17 portátiles - 8 Scanner - 19 impresoras - 1 Plotter



Equipos ofimáticos en los edificios de la entidad. Fuente: TERAO

Los equipos dentro de los espacios generan ganancias térmicas. Por este motivo se pueden generar temperaturas altas dentro de los espacios

Servidores y UPS

Para el edificio principal:

- Existen un total de 50 equipos para el datacenter con potencias entre los 16.5 W y los 900 W.
- El datacenter se encuentra ubicado en el piso 5 y existen dos switches por cada piso.
- El datacenter cuenta con un sistema de aire acondicionado de precisión que opera a 18.8°C.
- Algunos de los servidores ser ventilan naturalmente por medio de rejas que permiten el paso de aire
- Cuenta con una UPS de 40 kVA para el datacenter y una de 225 kVA para los equipos de computo

Para el edificio anexo:

- Existen un total de 44 equipos para el datacenter con potencias entre los 275W y 6000W y se encuentra ubicado en el sótano.
- Cuenta con un aire de precisión que opera a 14°C.
- Tiene 2 UPS de 20 kVA y una UPS de 80 kVA de respaldo adicional que fue implementada en el 2015.

El listado de los equipos con las especificaciones se encuentra en el anexo 8.6 Inventario de servidores y UPS.

4.3. Sensibilización de los usuarios

Durante la visita se pudo observar en el edificio principal, que la entidad promueve el buen uso de la energía con una serie de avisos dispuestos por distintos lugares.



Stickers puestos al lado de los interruptores y en las escaleras. Fuente: TERAO.

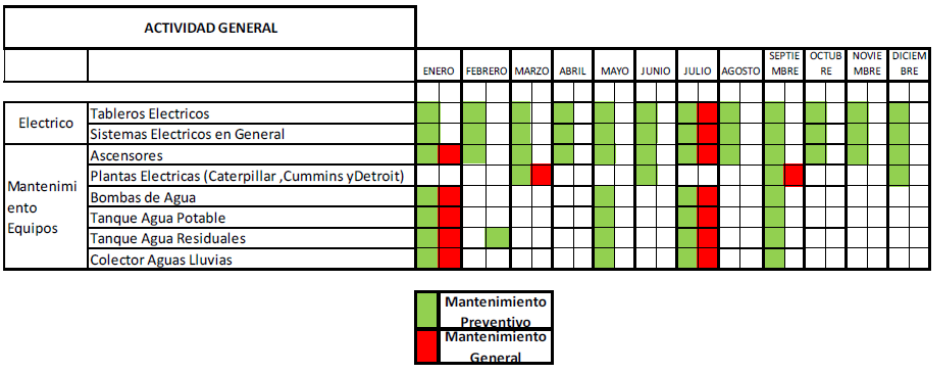
La administración de los edificios la entidad realiza capacitaciones ambientales trimestralmente a sus usuarios, organizadas por el sistema de gestión ambiental.

Ya que es un edificio insignia del país debe dar ejemplo en el buen uso de los recursos por lo que es indispensable que las personas dentro de los edificios de la entidad tengan una sólida apropiación con el medio ambiente y se establezcan normativas que permitan su protección.

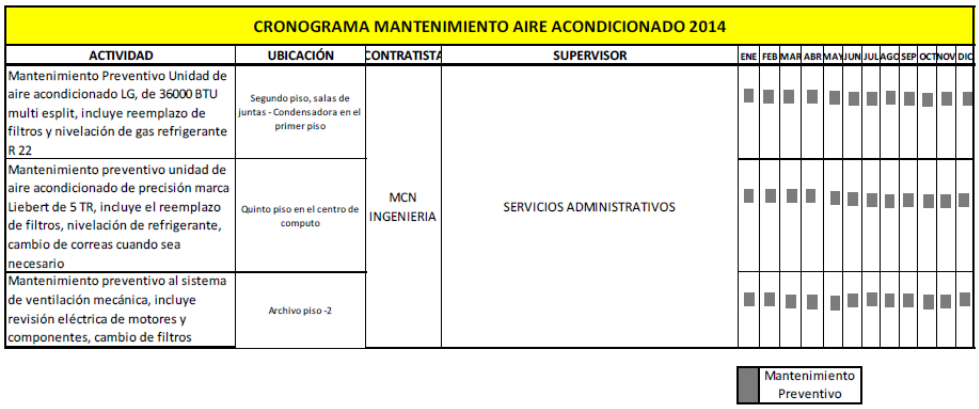
4.4. Mantenimiento del edificio

El mantenimiento es realizado de una manera diferente en las dos torres.

En la torre principal la realización de los mantenimientos preventivos y generales de los equipos es hecha por las empresas privadas. Las cuales ofrecen un cronograma de mantenimiento por el año, aquí se encuentra un ejemplo del 2014 y 2015:



Cronograma de mantenimiento del edificio principal. Fuente: Auditoria del MADS en 2015



Cronograma de mantenimiento del aire acondicionado del edificio principal. Fuente: Auditoria del MADS en 2015

Para el edificio anexo existe un área de mantenimiento encargada de hacer las revisiones y reparaciones hidráulicas, eléctricas y de infraestructura y cuyas actividades están plasmadas en el plan de mantenimiento de la ANLA.

Es indispensable que las personas que hacen parte del área de mantenimiento se encuentren en con las capacidades técnicas por lo que deben ser constantemente capacitados.

4.5. Condiciones de confort

En el marco de la auditoría energética, TERAO implementó dataloggers termómetros-higrómetros en los edificios de la entidad durante dos días para evaluar la evolución de las temperaturas en los diferentes pisos de las dos torres por intervalos de medición de una hora.

El equipo empleado para realizar la medición de las temperaturas se muestra en el Anexo 8.2.2

Cabe resaltar que los edificios de la entidad **utilizan únicamente la ventilación natural** como método para garantizar el confort de sus ocupantes, lo cual es un punto positivo tanto para los ahorros energéticos, como para el medio ambiente.

En el anexo 8.4 se muestra el análisis de las temperaturas adecuadas para garantizar el confort en los espacios realizando un análisis para determinar la temperatura de operación en las zonas con ventilación natural: A continuación, se muestran las conclusiones:

Tipo de acondicionamiento	Temperaturas de rango de confort (°C)
Ventilación natural	20-24
Ventilación natural + ventiladores	23-27

La implementación de ventiladores aumenta los rangos de confort de confort en 3°C.

Análisis de las mediciones

De acuerdo a las declaraciones de los interlocutores, las personas dentro del edificio principal reportaban sensación de inconfort por frio dentro de todos los pisos, a excepción del piso 2. Así que se instalaron los medidores en un piso alto (planta 4), el piso 2 y el sótano 1.

Para recordar: Ninguno de los espacios ocupados cuenta con aire acondicionado en las dos torres.

En el edificio anexo se instaló un medidor en el piso 4.

Se realizaron medidas puntuales de temperatura y humedad para las oficinas abiertas en algunos pisos, tanto para el edificio principal como para el edificio anexo. Los resultados fueron los siguientes:

Edificio principal		
Piso	Temperatura (°C)	Humedad Relativa (%)
Piso 3	23.7	54
Piso 4	22.7	56
Piso 5	21	56

Edificio anexo		
Piso	Temperatura (°C)	Humedad Relativa (%)
Piso 1	23.2	55.9
Piso 2	22.8	57.6

Los espacios ventilados naturalmente admiten temperaturas entre 19.6°C y 24.6°C.

De acuerdo a las mediciones, en cada uno de los espacios se puede observar que dentro de los horarios de trabajo de los empleados de los edificios de la entidad (7 am a 6 pm), el edificio principal se mantiene dentro de los rangos de confort la mayoría del tiempo, inclusive en las noches.

El panorama es diferente en las oficinas del edificio anexo donde en los horarios de 7 am a 10 am, las personas pueden estar expuestas a temperaturas de 18.3°C que son 1°C más bajas que los 19.6°C establecidos por el estándar. Estas temperaturas pueden ser fácilmente controladas con ropa adecuada.

Nota: Ya que las mediciones se hicieron en puntos críticos de las dos torres, se asumirá que el comportamiento es similar para todos los pisos tanto para el edificio principal como para el edificio anexo.

Este tema puede profundizarse en el anexo 8.5 Análisis de mediciones

Para recordar: **Uso del edificio**

- Los edificios de la entidad tienen una **ocupación** de personas y equipos ofimáticos **densa** en donde las oficinas abiertas cuentan con la mayor concentración de personas.
- Trimestralmente se realizan **capacitaciones ambientales** a todo el personal dentro de la entidad, organizadas por la oficina de gestión ambiental.
- La **ventilación natural es el método de acondicionamiento** de los espacios ocupados
- El **edificio principal** se encuentra **dentro de los rangos de confort** la mayoría del tiempo.
- El **edificio anexo**, las personas pueden presentar **sensación de frio** de las 7:00 am a las 10:00 am

5. Equipos técnicos

5.1. Electricidad

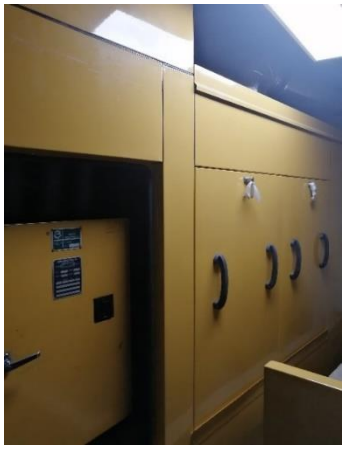
Los edificios de la entidad cuentan con 3 plantas eléctricas que se usan en caso de una emergencia.

Para el edificio principal:

- Planta eléctrica CUMMINS de 385 kVA Se encienden 2 horas o 1 hora al mes para revisar el funcionamiento.
- Planta eléctrica CATERPILLAR de 325 kVA: Se encienden 2 horas o 1 hora al mes para revisar el funcionamiento.

Para el edificio anexo:

- Marcar CUMMINS de 240 kVA: Se encienden 2 horas o 1 hora al mes para revisar el funcionamiento.



Planta eléctrica Caterpillar del edificio principal. Fuente: TERAO

Para los dos edificios de la entidad existe una sub estación de 800 kVA distribuye la electricidad de la siguiente manera:

- Iluminación, HVAC, bombas, ascensores, varios.
- Ofimáticos y servidores y UPS.

5.2. Iluminación

Ya que los dos edificios de la entidad cuentan con administraciones diferentes, las renovaciones e instalaciones también difieren. En este caso en específico el edificio principal cuenta con todas sus luminarias con tecnología de paneles LED mientras que el edificio anexo aun cuenta con luminarias fluorescentes T8 y T5 y algunos paneles LED.

Dentro de los planes de renovación del edificio anexo se encuentra la renovación de todas sus luminarias a LED. El inventario de las luminarias se encuentra en el anexo 8.8.

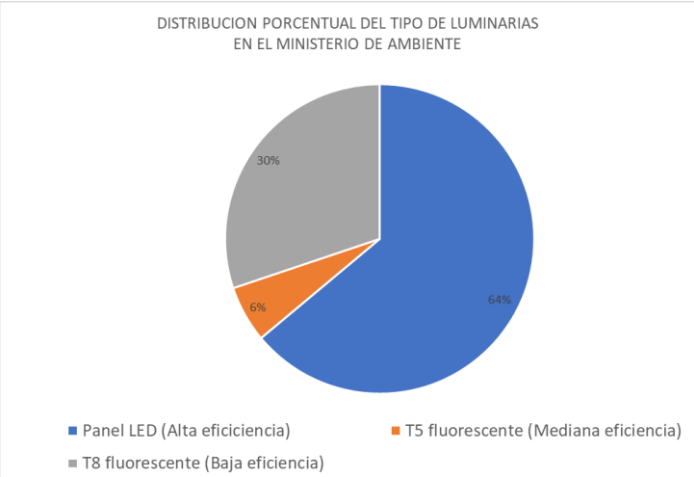


Gráfico de distribución de las luminarias en los edificios de la entidad. Fuente: TERAO

La tecnología LED se considera eficiente y esta representa un 64% de las luminarias en los edificios de la entidad. Sin embargo, existe un 36% restante que está compuesto por luminarias T8 y T5 fluorescentes, que son menos eficientes que la tecnología LED. Es un punto a mejorar ya que se están generando consumos adicionales innecesarios.

5.2.1.Controles de iluminación

Los edificios principal y anexo cuentan con sensores de ocupación e interruptores de sectorización para zonas muy específicas, lo ideal es que sean implementados en toda el área de los dos edificios de la entidad, puesto que, durante la visita se observaron bastantes luminarias encendidas en lugares que no estaban siendo ocupados.

5.2.2.Densidad de iluminación

De acuerdo a la potencia de cada una de las luminarias en el listado de luminarias en el anexo 8.8 la potencia total instalada dentro de los dos edificios de la entidad es de 80 290 W*, lo que corresponde a una densidad de potencia total generada de 8,3 W/m^2.

Como ejercicio de comparación, según ASHRAE 90.1 “Energy Standard for Buildings Except Low-Rise Residential Buildings”, para edificios de oficina, la máxima potencia instalada debe ser de 9,7 W/m2, por lo cual se concluye que los edificios la entidad tienen valores de densidad lumínica 15% más bajos en comparación a estándares internacionales.

Cuando se implemente la medida de cambio de luminarias LED en el edificio anexo, estos valores disminuirán.

Nota: El área correspondiente de cada tipo de luminaria, se hizo de acuerdo al porcentaje de luminarias que había de cada una, este porcentaje fue obtenido en la visita contando las luminarias.

5.2.3.Contexto reglamentario

Cada espacio requiere de un rango de iluminación máximo y mínimo para que las labores realizadas en su interior sean llevadas a cabo de manera adecuada, en Colombia dichos rangos están regidos por la norma RETILAP. Esta norma exige valores mínimos de iluminación para cada espacio según la tipología de su uso:

TIPO DE RECINTO Y ACTIVIDAD	UGR_L.	NIVELES DE ILUMINANCIA (lx)		
		Mínimo.	Medio	Máximo
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

Requerimientos Niveles de iluminación – Fuente: RETILAP

La tipología predominante de espacios de los edificios del MADS son oficinas abiertas, oficinas privadas que según la norma RETILAP, deben tener un mínimo de 500 lx y un máximo de 1000 lx.

Los requerimientos del RETILAP son exigentes y pueden generar consumos altos y niveles de confort bajos por iluminación fuerte.

Esta afirmación se basa en la comparación realizada con la norma europea para el mismo aspecto: La norma europea EN 12464 precisa una iluminancia de 300 lx como promedio es óptima para la realización de trabajos en oficinas y espacios de reunión, y precisa alcanzar 500 lx con lámparas de escritorio locales.

Se recomienda para el edificio mantener un nivel promedio de 300 Lx según la normatividad y la experiencia que con previas auditorías, con lámparas individuales alcanzar 500 lx en oficinas (según prácticas internacionales), para disminuir los consumos adicionales innecesarios.

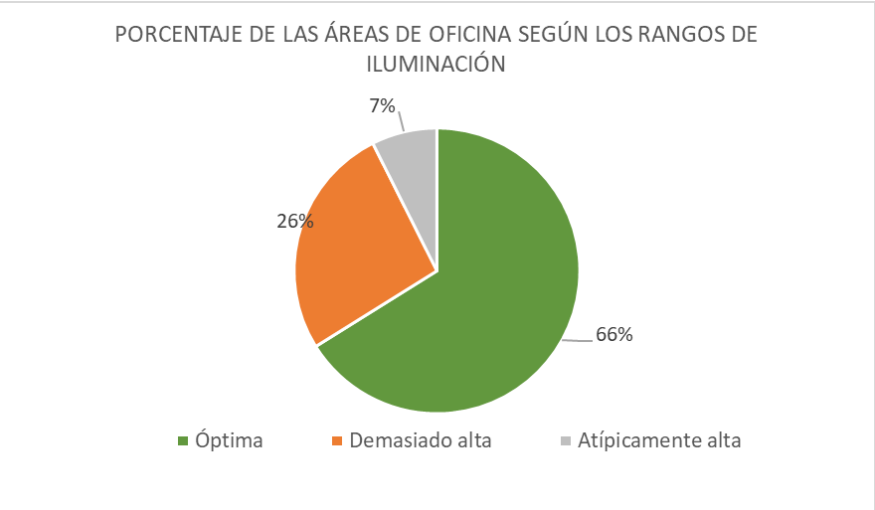
En el anexo 8.11 se encuentran el detalle de esa norma.

5.2.4.Método y equipo de medición

El método utilizado para la medición de los niveles de iluminación de los edificios del MADS es el método 490.1 Medición de iluminancia general en un espacio cerrado de la RESOLUCIÓN No. 180540 de marzo 30 de 2010. Donde se tomaron mediciones cada 5 – 10 m^2 según la configuración del espacio, la distribución de las luminarias y los requerimientos de la norma correspondiente.

El equipo empleado para realizar la medición de los niveles de iluminación se muestra en el Anexo 8.2.1

Nota: Se generalizaron los valores de los espacios según las mediciones realizadas, la distribución y tipo de luminarias que se observaron en los espacios.



Porcentaje de las áreas de los espacios ocupados según los rangos de iluminación los edificios del MADS. Fuente: TERAO

Clasificación de nivel de iluminación	Rango de luxes (lx)	Área (m2)	Áreas relevantes en
Muy baja	<200		No hay
Baja	200-300		No hay
Óptima	300-400	6 409	Pisos 1,2,3,4 del edificio principal y edificio anexo
Demasiado alta	400-500	2 564	Sótanos 1 y 2
Atípicamente alta	>500	719	Piso 5

Clasificación de niveles de iluminación de las áreas–de los edificios de la entidad– Fuente: TERAO

Nota: Los datos corresponden a mediciones realizadas durante la visita, en el resto de las áreas se observó un comportamiento proporcional y se tomaron hipótesis con la densidad y tipo de iluminación.

Los niveles atípicamente altos de iluminación representan el 7% del área, se encontraron en el piso 5 del edificio principal en donde el promedio fue de 551 lx. Los sótanos 1 y 2 del edificio principal tienen valores un poco por encima que los valores recomendados que no superan los 422 lx.

Las mediciones muestran que el 66% del área de los dos edificios de la entidad mantienen los rangos óptimos de iluminación, entre los 300 y 400 lx. El 34% restante está en rangos de iluminación demasiado altos que pueden generar inconfort a los ocupantes y gastos innecesarios de energía.

Como medida para no tener niveles de iluminación altos, en el edificio anexo se quitaban algunas de las luminarias dentro de las oficinas puesto que algunos de los trabajadores habían reportado iluminación excesiva.

Para recordar: **Equipos técnicos**

- **El 64% de las luminarias** de los dos edificios de la entidad cuenta **con tecnología eficiente LED**, mientras que **el 36%** restante son luminarias T5 y T8 **fluorescentes.**
- Los edificios de la entidad tienen una **densidad de iluminación** de 8,3 W/m^2 la cual es **baja** comparada con estándares internacionales, debido a que aún se cuenta con luminarias fluorescentes que no son eficientes
- Puntualmente, existen **controles de iluminación** en partes específicas del edificio, esta medida **debe ser implementada para todos los espacios de los edificios de la entidad**.
- El edificio se mantiene en un **66%** del área **dentro de los rangos óptimos de iluminación** (300 a 400 lx) establecidos por las normas internacionales. **El 34%** restante tiene iluminación por encima de 400 lx que pueden generar **consumos innecesarios** e inconfort a las personas.

5.3. HVAC

Los edificios de la entidad hacen uso de la ventilación natural para el confort de los usuarios dentro del edificio por lo que en los espacios ocupados no cuentan con un sistema de aire acondicionad. Sin embargo, para los datacenter, si existe un sistema para mantener la temperatura adecuada de los servidores.

La data center suelen ser zonas donde se generan significativas cantidades de calor y sus equipos son sensibles a los cambios de temperatura humedad y polvo, por lo que el sistema convencional de aire acondicionado que garantiza confort no es suficiente, por lo que es necesario un sistema de aire acondicionado de precisión.

El sistema de aire acondicionado de precisión es usado cuando se necesita mantener estrictamente condiciones de temperatura, circulación y limpieza de aire en espacios donde la exigencia de trabajo es de 24 horas los 365 del año, todo esto con el fin de mantener el buen funcionamiento y conservación de los equipos dentro del data-center.

Adicionalmente, existen 2 cuartos de servidores que cuentan con equipos mini-split. Dentro de los data-center también había equipos mini-split pero estos no estaban en funcionamiento.

5.3.1.Aire acondicionado

Se cuenta con dos equipos de aire acondicionado de precisión para los dos cuartos de data-center que hay en los edificios de la entidad, sus especificaciones generales son los siguientes:

- Para el edificio principal: Aire de precisión AIREDALE de 84000 BTU/h está ubicado en el data-center del piso 5 y opera a 18.8 °C las 24 h los 365 días del año.
- Para el edificio anexo: Aire de precisión EMERSON de 68000 BTU/h está ubicado en el data-center del piso 2 y opera a 14°C las 24 h los 365 días del año.
- Las dos torres contaban con equipos mini-split que no estaban en funcionamiento.

Las especificaciones técnicas se encuentran en el anexo 8.9 Inventario de aire acondicionado

La temperatura recomendada para los cuartos de data-center es de 26°C. En la sección 8.3 se establece cual es la temperatura adecuada a la cual deben estar los aires acondicionados para este tipo de equipos.

De lo que se pudo observar en la visita, los equipos de aire acondicionado de precisión dentro de la data center estaban funcionando a una temperatura más baja que la recomendada por los estándares, por lo que se generan consumos adicionales para la entidad.

5.3.2.Ventilación mecánica

La ventilación dentro de los espacios ocupados se hace por medio de ventilación natural, así que no existen equipos de ventilación dentro de las oficinas. Sin embargo, existen ventiladores dentro de algunos cuartos de servidores.

5.3.3.Plomería

No existe un sistema central de agua caliente dentro del edificio.

Los edificios de la entidad tienen un total de 12 bombas de las cuales diez (10) son para para el funcionamiento del edificio y dos (2) para el del edificio anexo. Las potencias de estas bombas están entre 1.5 Hp y 7.5 Hp. Las características específicas se encuentran en el anexo 8.10 inventario de bombas.

Nota: Como hipótesis que las bombas estarán encendidas 6 horas a lo largo del día, basados en previas auditorias.

5.4. Ascensores

Se tienen dos ascensores para el edificio principal y uno para el edificio anexo, los dos casos, adquiridos en el 2009 y la cabina esta revestida en acero inoxidable y cuenta con un espejo:

Características del ascensor
• Guearless 17,1 KW XINDA 400V Maquina de Tracción SICOR MR 26, 7 paradas, cuarto de máquinas piso -2 Variador operador de puertas: NICE 900, CONTROL W-TECH VVVF CON VARIADOR SIEMENS, cabina para Max 15 personas, capacidad 1125 Kg,
Cantidad: 3
Horas de uso: 3 Horas cada uno

5.5. Otros equipos

Los edificios de la entidad no cuentan con un espacio para cafetería sin embargo existen otra serie de equipos presentes dentro que generan consumos adicionales ya que su uso es frecuente dentro de la jornada laboral. Se tomará

- 12 televisores
- 4 monitores industriales
- 4 DVR
- 8 Hornos microondas
- 11 Grecas
- 8 Dispensadores de agua (Fría y caliente)
- 3 Neveras
- 2 Dispensadores de alimentos
- 10 secadoras de manos





Equipos adicionales que utilizan los trabajadores a lo largo de la jornada laboral. Fuente: TERAO

Carros eléctricos

Los edificios de la entidad cuentan con dos carros eléctricos que son utilizados para realizar las encomiendas y diligencias diarias del ministerio.



Carros eléctricos en los edificios de la entidad. Fuente: TERAO

La marca de los carros es Renault Kangoo ZE, tienen un tiempo de carga de 8 h, la cual se hace dentro del edificio, su consumo es de 22 kWh.

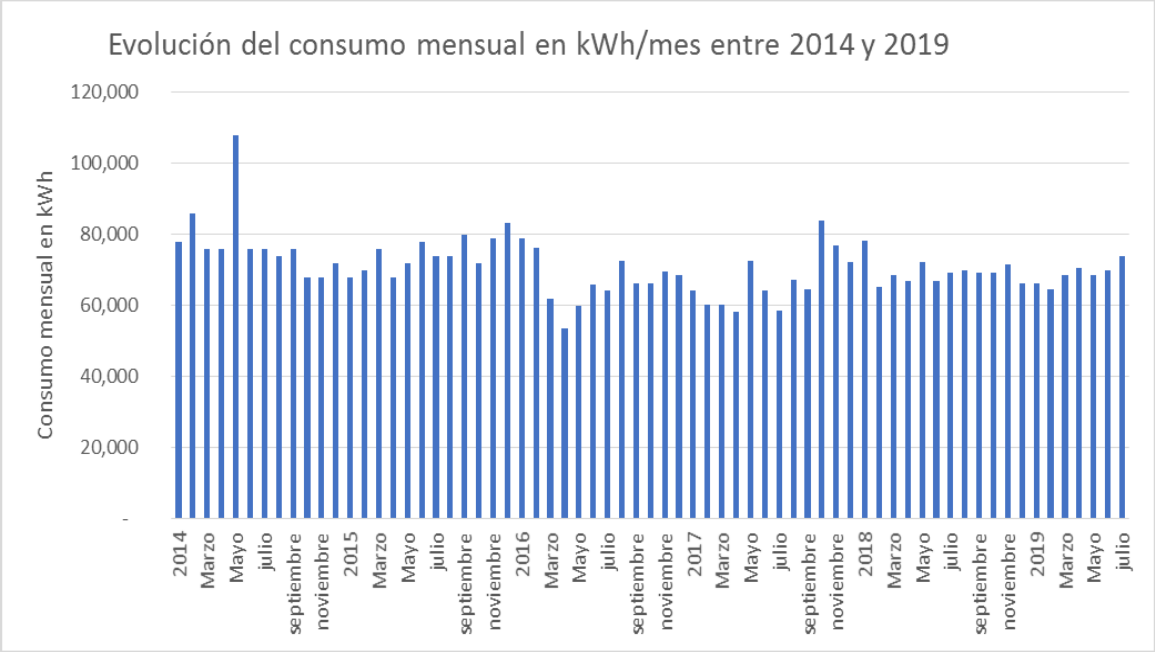
Para recordar: **HVAC y otros equipos**

- **Los cuartos de racks y datacenter** son los únicos que **cuentan con sistema de aire acondicionado de precisión**, ya que se necesitan condiciones estrictas de temperatura, humedad y aire para el buen funcionamiento de los equipos.
- Las **temperaturas de los aires acondicionados** de precisión son **bajas** respecto a las recomendadas por los estándares lo que está ocasionando consumos de energía innecesarios.
- Existen **equipos adicionales que son de uso frecuente durante la jornada laboral** (hornos microondas, grecas, dispensadores de alimentos, secadoras de manos etc

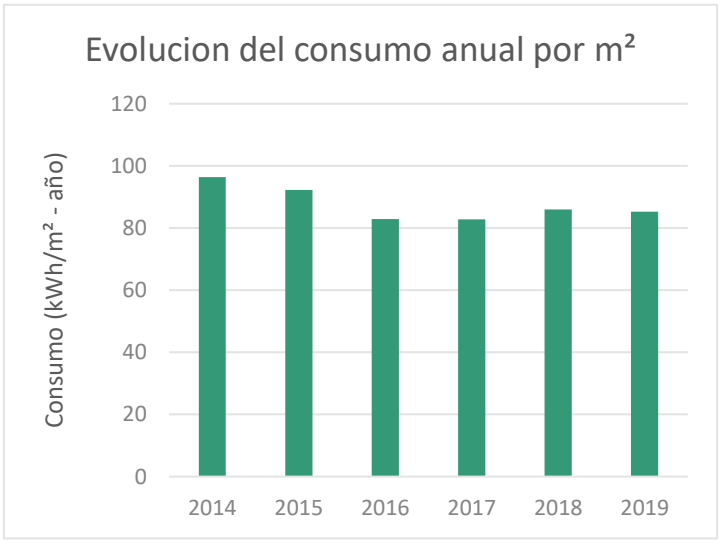
6. Análisis energético

6.1. Facturas y análisis de consumos reales

La empresa comercializadora de energía es CODENSA, MADS es un usuario no regulado. El siguiente grafico permite observar la evolución del consumo mensual en kWh de los edificios de la entidad.



Evolución de los consumos en kWh entre 2014 y 2019– Fuente: información recopilada del MADS



Evolución del consumo anual por m^2 de la entidad. Fuente: Información recopilada del MADS

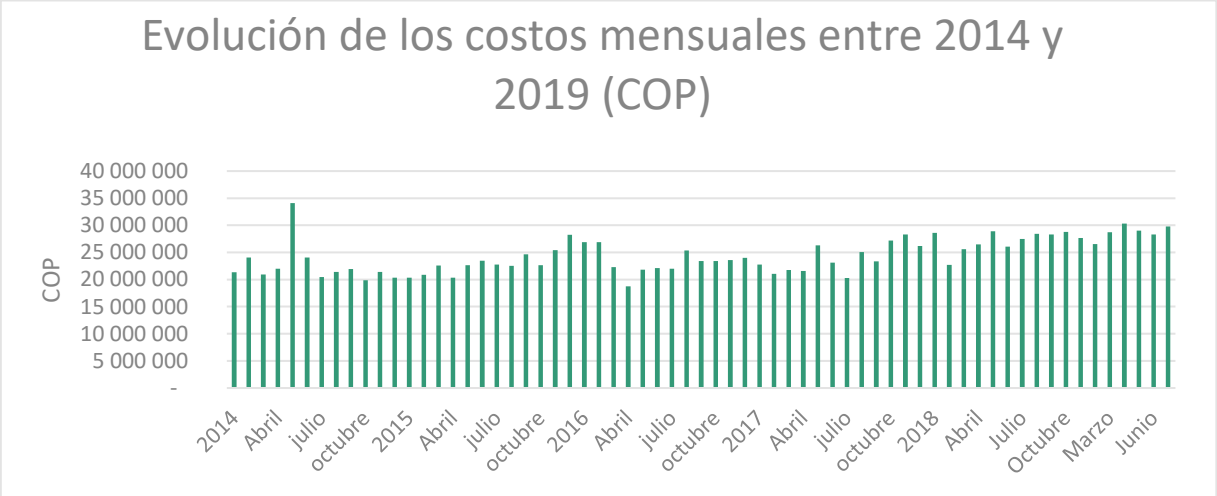
- Como se puede observar a partir del 2016 hasta el 2017 hay una disminución de los consumos energéticos del 10% gracias a la implementación de luminarias con tecnología LED en el edificio principal.
- El consumo en el año 2018 se observa un incremento. Eso coincide con el aumento del número de personas dentro de los edificios de la entidad, esto se puede evidenciar en la sección 4.1 Ocupación del edificio. Adicionalmente, se instalaron aires acondicionados de precisión para los data-centers este mismo año que generan demanda energética adicional.

- El consumo anual por m^2 es una medida que puede indicar que tan eficiente es el edificio en consumo de energía. En la sección **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** se evalúa este valor para el edificio.

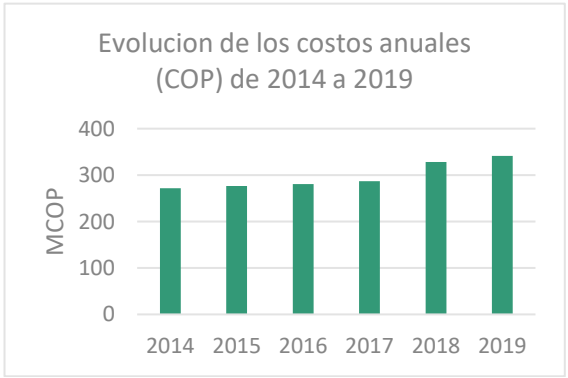
Consumo eléctrico (kWh)						
Mes	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Enero	78 000	68 000	78 779	64 130	78 186	66 120
Febrero	86 000	70 000	76 147	60 100	65 235	64 600
Marzo	76 000	76 000	61 691	60 313	68 400	68 400
Abril	76 000	68 000	53 651	58 244	66 880	70 680
Mayo	108 000	72 000	59 962	72 612	72 200	68 400
Junio	76 000	78 000	65 971	64 225	66 880	69 920
Julio	76 000	74 000	64 131	58 413	69 160	73 720
Agosto	74 000	74 000	72 446	67 064	69 920	
Septiembre	76 000	80 000	66 327	64 357	69 160	
Octubre	68 000	72 000	66 205	83 954	69 160	
Noviembre	68 000	78 834	69 546	76 760	71 440	
Diciembre	72 000	83 231	68 415	72 200	66 120	
Promedio anual	**934 000**	**894 065**	**803 271**	**802 372**	**832 741**	**826 011**
Promedio mensual	**77 833**	**74 505**	**66 939**	**66 864**	**69 395**	**68 834**

Tabla de consumo eléctrico de la entidad. Fuente: Información recopilada del MADS

El promedio anual desde el año 2014 al año 2019 es de 848 743 kWh/año o 70 729 kWh/mes.



Evolución de los costos mensuales de energía en 2014 y 2019– Fuente: Información recopilada del MADS.



Tomando en cuenta la información desde 2014 hasta 2019, se obtiene un costo promedio anual de 294 562 862 COP/año o 24 546 905 COP/mes.

Aunque el consumo de energía haya disminuido a partir del 2016, los gastos anuales aumentan todos los años cómo se puede observar en la gráfica de la izquierda. Esto es debido a que el impacto del aumento del precio de kWh es mayor que el ahorro generado.

Evolución de los costos anuales (COP) de 2014 a 2019

La tabla y el grafico siguiente permiten estudiar la evolución de los costos ascendiente de energía entre 2014 y 2019.

Costos del kWh(COP)						
Mes	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Enero	274	299	341	355	366	418
Febrero	280	298	353	351	348	411
Marzo	276	297	361	361	374	420
Abril	290	299	349	370	396	429
Mayo	316	314	364	362	401	424
Junio	317	301	335	360	390	405
Julio	269	308	343	347	397	404
Agosto	289	304	350	374	407	
Septiembre	289	308	353	363	409	
Octubre	292	315	353	324	416	
Noviembre	315	322	339	369	414	
Diciembre	282	340	351	363	415	
Promedio mensual (COP)	**291**	**309**	**349**	**358**	**394**	**416**

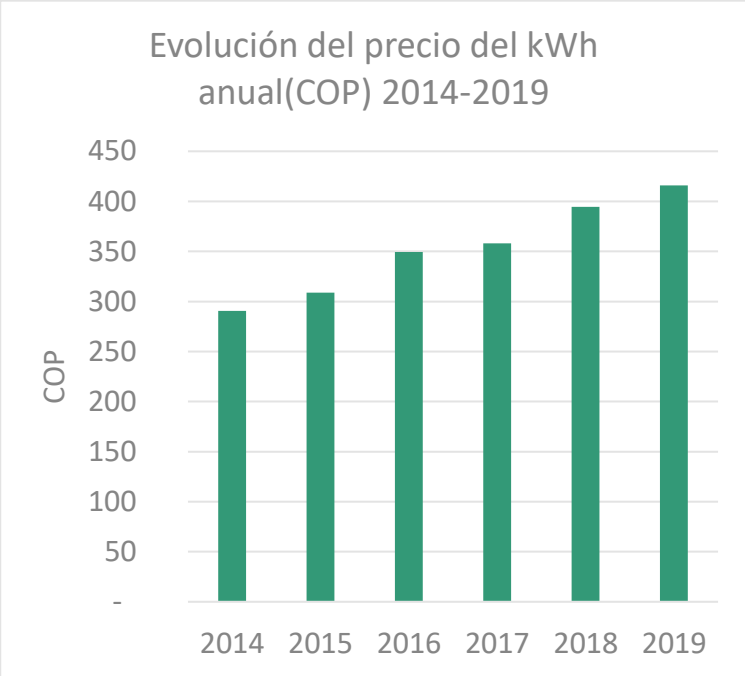


Tabla de costos del kWh(COP) y grafica de evolución del precio del kWh anual (COP) del 2014 al 2019. Fuente: TERAO y MADS

El precio promedio del kWh es de 346 COP/kWh entre 2014 y 2019.
Del año 2014 al 2019, el valor del kWh asciende un 30% aproximadamente. En comparación con otras auditorias hechas a edificios de oficina, el crecimiento es menor. Los gastos del edificio van aumentando todos los años.

En el mercado regulado, el valor de la tarifa por cada kWh se determina por una fórmula tarifaria establecida por la CREG (entidad encargada de regular el sector eléctrico) en la Resolución 119 de diciembre de 2007. Esta fórmula depende de los componentes de la generación, transmisión, comercialización, pérdidas reconocidas y restricciones. El componente de generación es el más variable, depende del comportamiento de la hidrología, que determina la composición de la oferta entre la energía de origen hídrico y la de origen térmico que es más costosa.

Con una mayoría de generación de electricidad por hidrología, los fenómenos climáticos impactan directamente el precio de la energía en Colombia.

Estos resultados nos indican que **dado el ascenso en los costos del kWh año tras año, se hace muy importante la implementación de estrategias de ahorro de energía** en los diferentes tipos de consumo eléctrico del edificio para ahorrar energía y así limitar los gastos relacionados al consumo energético.

6.2. Comparación de los datos de consumo

Para tener un punto de vista sobre los datos de consumo del edificio, hicimos una comparación con otros indicadores de edificios de zona de clima frío.

En el marco del proyecto, se establece una base de consumos promedios observados en los edificios ya estudiados en el marco de las auditorías energéticas realizadas en los años 2012-2013-2014 y los edificios estudiados en 2019 en el marco de nuestro proyecto por clima. El consumo promedio de los 5 edificios ya estudiado en esa zona climática es de 74,3 kWh/m^2. año.

Este dato aparece bastante coherente con los datos reglamentarias dadas como línea base en la Resolución 549 de 2015 que aplican para edificios nuevos.

kWh/m²-año	Frío	Templado	Cálido seco	Cálido húmedo
Hoteles	96,1	151,3	132,5	217,8
Hospitales	249,6	108,3	344,1	344,1
Oficinas	81,2	132,3	318,2	221,3
Centros comerciales	403,8	187,8	187,8	231,5
Educativos	40,0	44,0	72,0	29,8
Vivienda no VIS	46,5	48,3	36,9	50,2
Vivienda VIS	44,6	44,0	34,6	49,3
Vivienda VIP	48,1	53,3	44,9	50,6

Línea base de consumo de energía – Fuente: resolución 549 de 2015

A partir del segundo año de la entrada en vigencia de la Resolución y en adelante se deben cumplir porcentajes de ahorro (estimados según la zona climática y el uso del edificio).

Para una edificación tipo oficina en zona climática fría se debe alcanzar un ahorro de 30%.

Hay que tomar en cuenta que la Resolución 549 solo se aplica para edificios nuevos y que solo se usan aquí esos datos como valores indicativos.

Aparte, se puede considerar la ley 1940 de 2018 por la cual se decreta el presupuesto de rentas y recursos de capital y ley de apropiaciones para la vigencia fiscal del 1° de enero al 31 de diciembre de 2019. En esa ley, en el artículo 81 PLAN DE AUSTERIDAD DEL GASTO, las entidades que hacen parte del Presupuesto General de la Nación deben realizar acciones en cuales podemos citar:

"Reducir comisiones de servicio, estudio o capacitación al interior y al exterior en por lo menos el 20% respecto del año anterior. Durante el primer mes de la vigencia deberá diseñar un programa de compra de energía que involucre el suministro de la misma a todas sus dependencias que existan en el territorio nacional. ***Deberá lograrse un ahorro en el consumo de energía del 15% respecto del consumo del año anterior."***

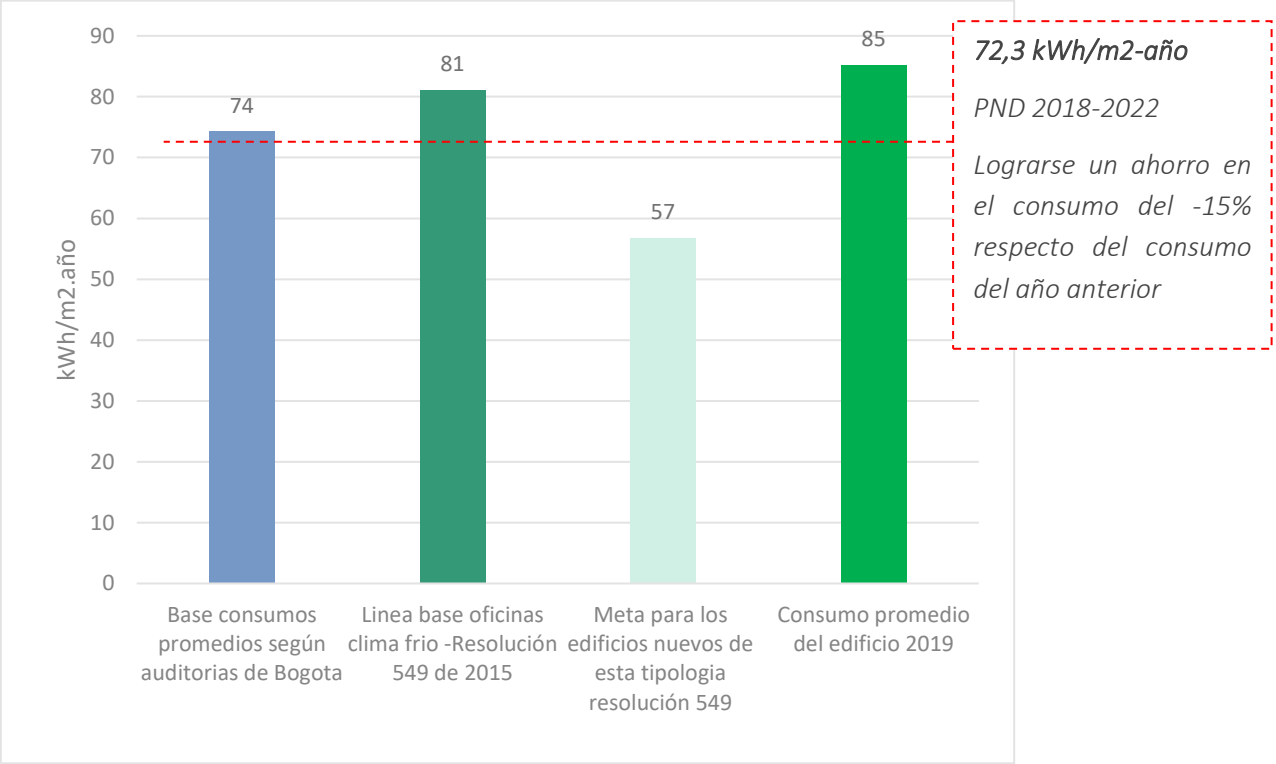
En complemento, el 25 de mayo del presente año entro en vigencia la ley 1955 por la cual se expide el Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022 "Pacto por Colombia, pacto por la equidad", en el cual por medio del *artículo 292* se modifica *el artículo 30 de la Ley 1715 de 2014* quedando así:

*"**Artículo 30. Edificios pertenecientes a las administraciones públicas.** El Gobierno nacional, y el resto de administraciones públicas, en un término no superior a un año, **a partir del 1° de junio de 2019, realizarán la auditoría energética de sus instalaciones y establecerán objetivos de ahorro de energía a ser alcanzadas a través de medidas de eficiencia energética y de cambios y/o adecuaciones en su infraestructura. Tales objetivos deberán implicar para el primer año un ahorro en el consumo de energía de mínimo 15% respecto del consumo del año anterior** y a partir del segundo año con metas escalonadas definidas a partir de la auditoría y a ser alcanzadas a*

más tardar en el año 2022. Para tal efecto, cada entidad deberá destinar los recursos (presupuesto) necesarios para cumplir con tales medidas de gestión eficiente de la energía."

La modificación realizada en el *artículo 30* permite trazar metas más claras, que permitirán reducir los daños ocasionados al ambiente por los altos consumos y generar ahorros considerables a las edificaciones en términos energéticos y económicos.

Desde 2017, los edificios nuevos tipo oficina de zona climática deberían alcanzar un valor de 56.8 kWh/m2año.



Comparación del consumo anual del edificio según otros datos de clima frío – Fuente: resolución 549 y datos de TERAO

Haciendo esa comparación, se evidencia que el consumo promedio anual en 2019 por metros cuadrados de los edificios de la entidad está un poco más elevado que la línea base de la resolución con 85 kWh/m²-año.

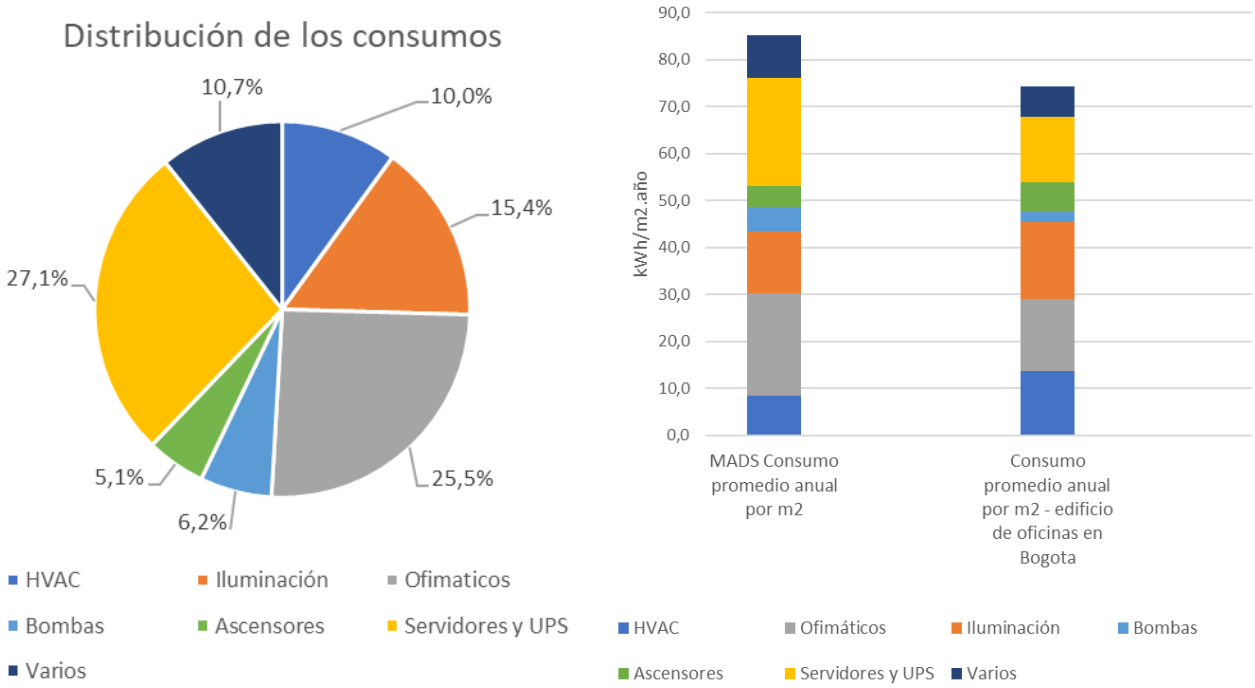
Con la implementación de algunas estrategias es posible alcanzar el 15% de ahorro requerido por el PND.

6.3. Distribución de consumos

A continuación, se presenta la distribución del consumo de energía por categoría. Esa distribución fue estimada según el inventario de equipamiento junto con una estimación de sus características de uso con lo que fue posible hacer una reconstrucción de los consumos facturados. Para consolidar los valores, nos apoyamos también sobre la herramienta EDGE para contemplar los valores teóricos y verificar la distribución (Anexo 8.12).

De lo anterior, resulta la siguiente distribución de los consumos y costos.

Categorías	Distribución teórica (%)	Consumo promedio anual por m2 (kWh/m²-año)	Consumo anual teórico por categoría (kWh)	Valor* facturado anual estimado por categoría (COP)
HVAC	10	8,5	82 601	29 456 286
Ofimáticos	25,5	21,7	210 448	75 047 703
Iluminación	15,4	13,2	127 070	45 314 404
Bombas	6,2	5,3	51 184	18 252 794
Ascensores	5,1	4,3	42 003	14 978 635
Servidores y UPS	27,1	23,1	223 908	79 847 558
Varios	10,7	9,1	88 383	31 518 226
Total energía	**100**	**85,2**	**825 598**	**294 415 608**



Estimación de la distribución de los consumos de los edificios de la entidad y distribución promedio de los consumos energéticos de un edificio de oficinas en la ciudad de Bogotá– Fuente: TERAO

Análisis

- El consumo promedio de los edificios de la entidad es superior en un 16% al de un edificio de oficinas promedio en la ciudad de Bogotá.
- El consumo de equipos ofimáticos es un 4% mayor para un edificio de oficinas típico.
- El consumo de servidores está un 8% más alto que un edificio de oficinas promedio en la ciudad de Bogotá y esto es porque se tienen gran cantidad de servidores y data-centers.
- El consumo de HVAC en los edificios de la entidad es 8% más bajo que un edificio promedio de oficinas en Bogotá, puesto que no hay equipos de aire acondicionado en los espacios ocupados.
- El 15% que corresponde a la iluminación dentro del gráfico, es 6% menor comparándolo con un edificio promedio en clima frio, esto es porque el 64% de las luminarias cuenta con tecnología LED.
- El consumo de bombas es el doble que en el de un edificio típico de oficinas en clima frio, sin embargo, no tiene un peso considerable dentro de la distribución de consumos.

Para recordar: **Análisis energético**

- **En el año 2016 y 2017** el **consumo de energía se redujo** considerablemente, **gracias a la implementación de tecnología LED** para todas las luminarias dentro del edificio principal.
- **El consumo en el año 2018 volvió a aumentar** a causa de que el número de trabajadores dentro de los edificios de la entidad aumento y por qué se implementó aire acondicionado de precisión para los data-centers.
- **El precio del kWh aumento un 30% desde el 2014**, lo cual es más bajo en comparación con otros edificios en la ciudad de Bogotá. Los gastos totales del edificio van aumentando año tras año.
- **El consumo de HVAC es bajo**, ya que no existen equipos de aire acondicionado para los espacios ocupados.
- El **consumo de servidores** es **un 8% más alto que un edifico promedio de oficinas** en la ciudad de Bogotá por la presencia de un alto número de equipos de servidores.

7. Estrategias de ahorro de energía

El diagnóstico permitió destacar acciones de ahorro de energía en varios aspectos.

- Acciones sobre los equipos
- Acciones sobre el uso del edificio y sus equipos
- Acciones de sensibilización a los usuarios
- Acciones sobre el uso de energías renovables

Los GEI corresponden a los Gases de Efecto Invernadero.

Para calcular los equivalentes de los kWh en kgCO2/año Nos hemos apoyado sobre Resolución UPME 774 de 2018 por medio de la cual se publicó el factor de emisión del SIN.

Según la Resolución, se recomienda: “el factor marginal de emisión de gases de efecto invernadero del Sistema Interconectado Nacional (SIN), 2017 de 0,380 kgCO2/kWh, para realizar el cálculo de las reducciones de emisiones de gases de efecto invernadero de los proyectos aplicables al Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL).”.

Para la estimación de los ahorros financieros, se tomó en cuenta en valor del kWh promedio observado 2019: 416 COP/kWh.

Los precios estimados en la siguiente parte incluyen el Impuesto al Valor Agregado (IVA).

Para apoyar las entidades colombianas para la implementación de Energías No convencionales y propuestas de gestión eficiente de la Energía, la ley 1715 de 2014 ha permitido la creación del fondo FENOGE a cuál las entidades pueden aplicar.

Se detalla el funcionamiento del FENOGE en el anexo

7.1. Resumen de las propuestas y priorización de las mejorías

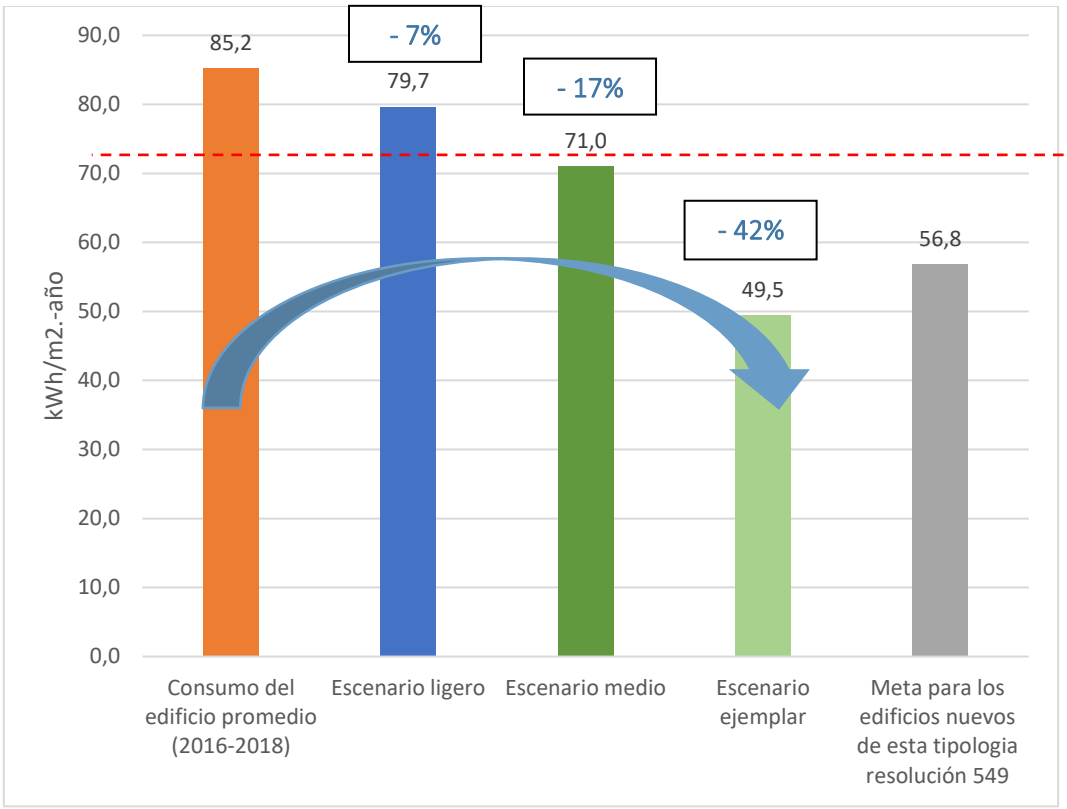
	Propuestas de Mejoría	Inversión (COP)	Ahorro (kWh/Año)	Retorno (años)	Oportunidad	Escenario ligero	Escenario medio	Escenario ejemplar
1	Buenas prácticas es uso de equipos de iluminación.	0	3 800	0	★★★★★			
2	Buenas prácticas en uso de equipos Ofimáticos.	0	29 500	0	★★★★★			
3	Buenas prácticas en uso de temperatura en cuartos de datacenters.	0	20 700	0	★★★★★			
4	Sustitución de luminarias fluorescentes por tecnología LED.	19 671 000	57 200	1	★★★★☆			
5	Implementación de medidores inteligentes.	45 425 000	33 000	4	★★★★☆			
6	Implementación de equipos de gestión de la iluminación.	10 800 000	6 400	4	★★★★☆			
7	Implementación de paneles fotovoltaicos.	722 000 000	247 700	7	★★★★☆			
8	Sectorización de las luminarias.	28 000 000	12 700	5	★★★★☆			

El programa de eficiencia nivel LIGERO se enfoca en propuestas de mejoría del uso.

El programa de eficiencia nivel MEDIO incluye obras fáciles a implementar como equipos de gestión de la iluminación, medidores inteligentes y sustitución de equipos de iluminación.

El programa de eficiencia nivel EJEMPLAR, implica intervenciones que impactan el edificio en sus instalaciones físicas pero sus resultados se ven reflejados en ahorros energéticos considerables a mediano plazo.

Cada escenario y propuestas están detallados en las páginas siguientes:



72,3 kWh/m2-año

PND 2018-2022

Lograrse un ahorro en el consumo del -15% respecto del consumo del año anterior

Impacto de los escenarios de ahorro de energía – Fuente: TERAO

Escenario	Inversión (COP)	Ahorros financieros (COP/año)	Ahorros energéticos (kWh/año)	Retorno (Años)	Ahorros GEI (kgCO2/año)
Ligero	0	19 230 000	53 900	0	20 500
Medio	75 896 000	49 157 200	137 800	2	52 400
Ejemplar	901 792 000	123 700 000	199 400	8	131 800

7.2. Acciones de renovación

7.2.1.Sectorización de las luminarias

7.2.1 Buenas prácticas en uso de equipos de iluminación.	Oportunidad: ★★★★★
	Planificación de Trabajo: Inmediata

Resumen de la propuesta de mejoría

Se propone la sensibilización sobre el buen uso de las luminarias de la institución involucrando los actores principales como trabajadores de planta y contratistas mediante planes o programas de uso eficiente de la energía.



Dentro de las estrategias para el buen uso se encuentra:

- Encender las luminarias solo cuando el lugar este ocupado y se encuentre oscuro.
- Apagar las luces cuando el espacio no esté ocupado, ejemplo la hora del almuerzo.
- Las luces de los corredores encenderlas solo en caso de ser necesario.

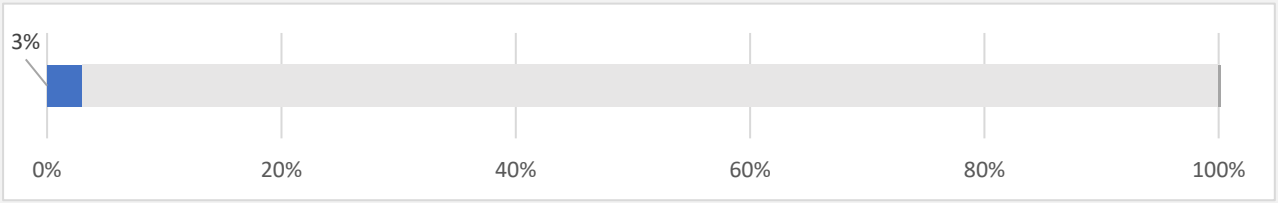
Hay que recalcar que los directivos de los edificios de la entidad comentaban que el personal de seguridad en las noches realizaba rondas para verificar que las oficinas no tuvieran las luces encendidas.

En la visita se pudo notar que la iluminación natural dentro de los edificios no era suficiente, así que las personas en las oficinas tenían que encender sus luminarias en las horas del día.

Ahorros

Ahorros financieros por año: 1 585 000 COP/año

Ahorros sobre los **ILUMINACIÓN**:



Ahorros energéticos por año	3 800 kWh/año
Ahorros de emisión GEI	1 400 kgCO2/año

Comentarios:

El ahorro se obtiene encendiendo las luces de los pasillos solo cuando se necesite y apagando las luminarias de las oficinas solo 40 minutos al día.

El área de pasillos y oficinas representa un 9% y 70% respectivamente, del área total.

Si las personas dentro del edificio prendieran y apagaran la luz del pasillo solo cuando sea necesario, el ahorro seria del 5% sobre la iluminación de pasillos.
Si las personas dentro del edificio apagaran las luces 40 minutos al día, los ahorros serian de un 6% en consumo de energía por iluminación de oficinas.
El ahorro depende del nivel de compromiso de las personas dentro de los edificios de la entidad por lo que se estima que un 50% de los usuarios se acogerá a la medida.
El ahorro total del edificio seria de un 3% sobre el consumo de energía por iluminación.

Factibilidad	
Perturbación	**Perturbación baja** Se pueden realizar dentro de las capacitaciones trimestrales que realiza la oficina de gestión ambiental
Posibilidad de planeación de implementación	Planeación inmediata

Costos y retorno	Cantidad	Precio Unitario	Total
Sensibilización usuarios por parte de la oficina de gestión ambiental	1	0	0
Inversión total			**0**
Periodo de recuperación			**0 año**

Comentarios: La sensibilización no tiene un costo como tal ya que esta puede hacerse en las capacitaciones trimestrales ofrecidas por la oficina de gestión ambiental de la entidad, depende del nivel al que se involucren los directivos del plantel y de que se implementen buenas estrategias para que la comunidad esté involucrada totalmente.

7.2.2.Buenas prácticas en uso de equipos ofimáticos.

7.2.2 Buenas prácticas en uso de equipos ofimáticos.	Oportunidad: ★★★★★
	Planificación de Trabajo: Inmediato

Resumen de la propuesta de mejoría

Los equipos ofimáticos actuales tienen la posibilidad de activar los modos de apagado, suspensión e hibernación después de determinado intervalo sin actividad de los equipos, por lo cual cada usuario dispone del uso inmediato de estas estrategias de ahorros. El ahorro energético sobre el consumo de ofimáticos que corresponde a equipos de torre, se puede considerar que la totalidad de los equipos aplican esta estrategia.

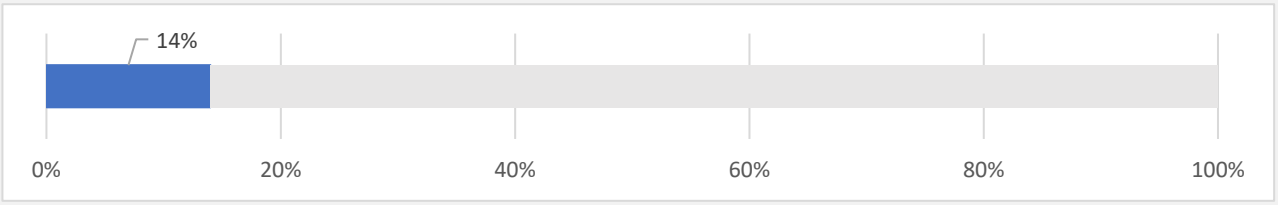
Se recomienda que los equipos portátiles sean desconectados, ya que esto permite prolongar la vida útil y reducir los consumos de energía.



Ahorros

Ahorros financieros por año: 12 253 500 COP/año

Ahorros sobre **Equipos ofimáticos**:



Ahorros energéticos por año	29 500 kWh/año
Ahorros de emisión GEI	11 200 kgCO2/año

Comentarios:

Durante el análisis de consumos se estimó que el 93% de los consumos ofimáticos corresponde a equipos de torre que pueden implementar esta estrategia

Se asume un ahorro del 14% en consumo de energía total proveniente de equipos ofimáticos por concientización de los usuarios, según datos de auditorías en otros edificios públicos.

Implica la participación de todos los usuarios a cortos y largos plazos.

Factibilidad	
Perturbación	**Perturbación baja** Se pueden realizar dentro de las capacitaciones trimestrales que realiza el sistema de gestión ambiental.
Posibilidad de planeación de implementación	Planeación inmediata

Costos y retorno	Cantidad	Precio Unitario	Total
Sensibilización usuarios por medio de jornadas de capacitación.	1	0	0
Inversión total			**0 COP**
Periodo de recuperación			**0 año**
Comentarios: La sensibilización no tiene un costo como tal ya que esta puede hacerse en la capacitaciones trimestrales ofrecidas por la oficina de gestión ambiental de la entidad, depende del nivel al que se involucren los directivos del plantel y de que se implementen buenas estrategias para que la comunidad esté involucrada totalmente.			

7.2.3.Buenas prácticas en uso de temperatura en cuartos de datacenters.

7.2.3 Buenas prácticas en uso de temperatura en cuartos de datacenters.	Oportunidad: ★★★★★
	Planificación de Trabajo: Inmediata

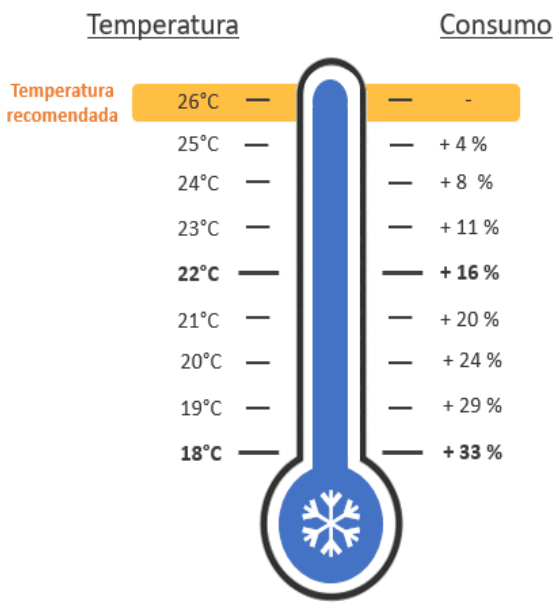
Resumen de la propuesta de mejoría

Temperaturas de AA en cuartos de data-centers

Desde 2015, la ASHRAE (Sociedad Americana de Ingenieros de Calefacción, Refrigeración y Aire Acondicionado) recomienda para la mayoría de los materiales recientes temperaturas de 15 a 32 ° C, para una higrometría entre 8 y 80%. En otras palabras: en los últimos años, la temperatura de los centros de datos puede elevarse, sin comprometer la continuidad del servicio.

Se asume que los dos data-centers de los dos edificios de la entidad tienen como temperatura de operación **26°C.**

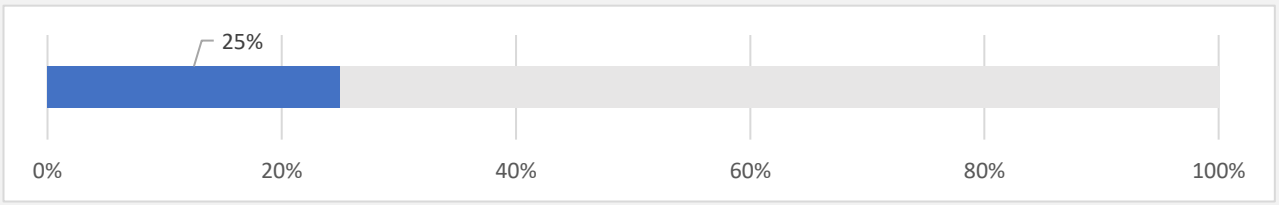
Nota: Los ahorros fueron de acuerdo a una densidad de potencia de servidores de 375 W/m2.



Ahorros

Ahorros financieros por año: 8 588 400 COP/año

Ahorros sobre: **HVAC**



Ahorros energéticos por año	20 700 kWh/año
Ahorros de emisión GEI	7 800 kg CO2/año

Comentarios:

Temperaturas de AA en Cuartos de Racks

- **Hipótesis**

TERAO estimó en base a simulaciones energéticas el ahorro de un cuarto de data-center según su temperatura de operación.

Los horarios de funcionamiento de los equipos actualmente son de 24 horas todos los días.

Los consumos de aire acondicionado en los dos edificios de la entidad, provienen únicamente de los cuartos de data-center.

Entre más grande es la carga por equipos en un espacio con aire acondicionado, el ahorro es menor, por lo que se utilizó una densidad de potencia de 375 W/m^2.

- **Calculo**

Se calculó del porcentaje de ahorro por aumento de la temperatura de operación de 18°C a 26°C y se obtuvo un ahorro del 25%.

Factibilidad	
Perturbación	Sin perturbación
Posibilidad de planeación de implementación	La implementación puede ser inmediata

Costos y retorno	Cantidad	Precio Unitario	Total
N.A.	N.A	N.A	N.A
Inversión total			**0 COP**
Periodo de recuperación			**Inmediato**

Comentarios: La implementación de esta estrategia depende del compromiso y concientización de las personas encargadas de estos cuartos para el uso de estas herramientas de ahorro. Debe recalcarse que es una estrategia que no tiene costo asociado de inversión.

7.2.4.Sustitución de luminarias fluorescentes por tecnología LED

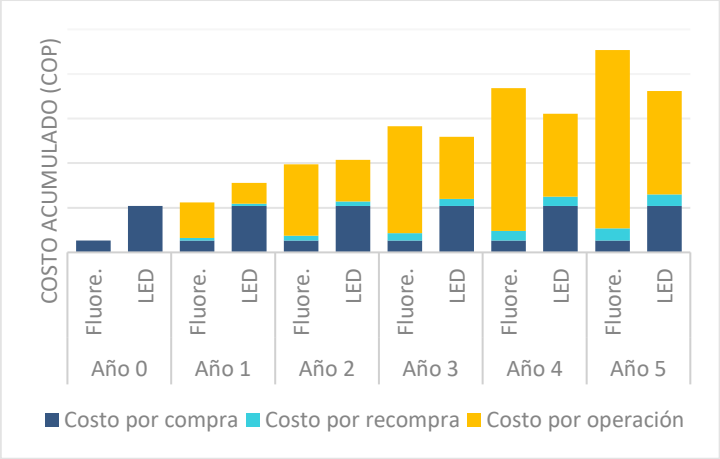
7.2.4 Sustitución de luminarias fluorescentes por tecnología LED	Oportunidad: ★★★★☆
	Planificación de Trabajo: Mediano plazo

Resumen de la propuesta de mejoría

Esta estrategia busca generar ahorros en el consumo eléctrico del edificio con la sustitución de las lámparas existentes fluorescentes por tecnología LED, en la sección **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** y el anexo **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**8 se detalla el tipo de luminarias y el porcentaje utilizado en el edificio.



Ventajas luminarias LED Fuente: https://blog.ledbox.es/noticias-2/12-ventajas-iluminacion-led



La grafica muestra el costo acumulado que se tendría por iluminación.

El costo por recompra es muy parecido en ambos tipos de luminarias, puesto que, aunque las luminarias LED son más caras duran 5 veces más que las luminarias fluorescentes.

Como se observa, el costo de operación es el que hace la diferencia y el que permite que a lo largo del tiempo se obtengan los ahorros.

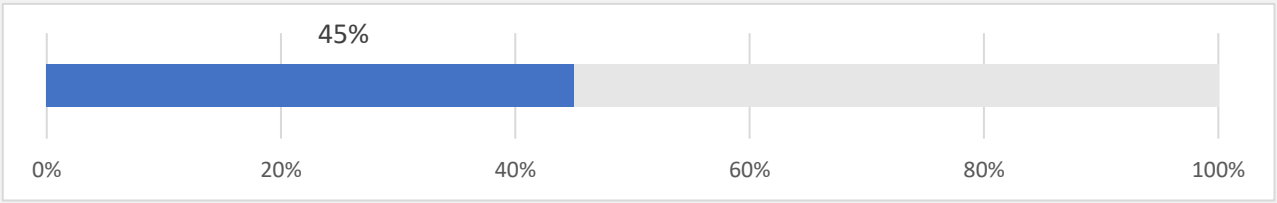
A los dos años se tiene aproximadamente el mismo costo independientemente de que luminaria se haya comprado.

En el año 3 ya se observa que los costos por iluminación son menores si se compró inicialmente luminarias LED, para este año ya se había recuperado lo invertido en luminarias LED y se estaría ahorrando energía y dinero.

Ahorros

Ahorros financieros por año: 23 781 700 COP/año

Ahorros sobre: **ILUMINACION.**



Ahorros energéticos por año	57 200 kWh/año
Ahorros de emisión GEI	21 729 kgCO2/año

Comentarios:

Se estimó que se realizaba una sustitución de luminarias; en donde:

- Las luminarias T8x60x60 de 68W son cambiadas por paneles LED 60x60 de 40W.
- Las luminarias T5x60x60 de 56W son cambiadas por paneles LED 60x60 de 40W.Estas pueden utilizarse hasta que terminen su vida útil.
- Las luminarias T8x1x32 de 32W son cambiadas por paneles LED redondos Ø 300X11 de 18W.
- Las luminarias T8x120x2 de 64W se cambia por lámpara LED 120x30 de 40W.
- Las luminarias T5x28x2 de 56W se cambian por lámpara LED 120x30 de 40W.

La potencia instalada que tiene el edificio es la siguiente:

Edificio	Potencia instalada actualmente (W)	Potencia instalada aplicando la estrategia (W)	Ahorro (%)
Edificio principal	31 106	31 106	0
Edificio anexo	49 184	13 207	73
Edificio principal + edificio anexo	80 290	44 363	45

Ya que las luminarias LED son más eficientes, para que no haya problemas de sobre iluminación, se recomienda utilizar la misma distribución de luminarias que el edificio principal (1 luminaria/ 10 m^2). Como hipótesis se utilizó esta misma distribución en el edificio anexo.

El ahorro por la instalación de paneles LED en el edificio anexo es del 45%.

Factibilidad	
Perturbación	Perturbación mediana
Posibilidad de planeación de implementación	Se puede planear a medianos plazos, o por etapas iniciando con las luminarias que más se usan al día.

Costos y retorno	Cantidad	Precio Unitario	Total
Lámpara panel LED 60x60 de 40W	222	65 000	14 430 000
Lámpara panel LED 120x30 de 40W	51	99 000	5 049 000
Panel LED redondos Ø 300X11 de 18W	8	45 000	192 000
Inversión total			**19 671 000 COP**
Periodo de recuperación			**1 año**

Comentarios:

La cantidad de luminarias se obtuvo según el inventario compartido por los interlocutores de los edificios.

Estimado del valor comercial de las luminarias

No se tuvo en cuenta el costo de mano de obra. En las instalaciones se cuenta con un área de mantenimiento que puede realizar las intervenciones.

7.2.5.Implementación de medidores inteligentes.

7.2.5 Implementación de medidores inteligentes.

Oportunidad: ★★★★☆

Planificación de Trabajo: Mediano plazo

Resumen de la propuesta de mejoría

Los medidores inteligentes reportan los consumos por intervalos de tiempo establecidos por el usuario.

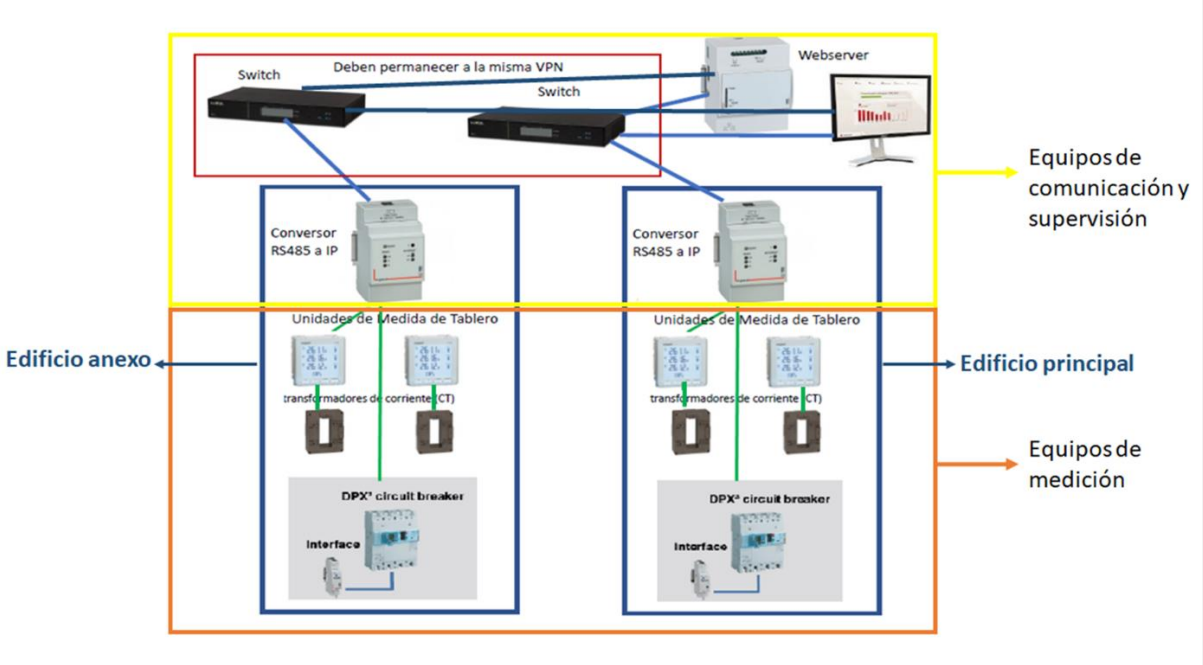
La distribución de la subestación en los edificios de la entidad es de la siguiente manera:

- Iluminación, HVAC, bombas, ascensores, varios.
- Ofimáticos y servidores y UPS.

Esta estrategia consiste instalar medidores inteligentes en cada uno de los dos edificios de la entidad para monitorear los consumos.

La implementación de la estrategia permite identificar el lugar en el que se esté consumiendo energía de manera inadecuada. Los dispositivos son una herramienta que los administrativos de la entidad pueden utilizar para poder optimizar el uso de energía.

El ahorro no será por la misma instalación de los medidores, sino por la identificación y solución que se les dé a los problemas en consumo que se vean en los datos. El ahorro será notorio al cabo de un tiempo.



Esquema de la solución de sistema de medición y monitoreo planteada por LEGRAND. Fuente: LEGRAND

La solución implementada por LEGRAND se compone una serie de equipos de medición y otra de comunicación y supervisión.

- Braker DPX^3: Permiten la protección de las instalaciones eléctricas, estos brakers cuentan con un sistema de medida integrado. Estos envían los datos al sistema de comunicación.
- Unidades de medida EMDX^3: Registran la energía consumida de los distintos, miden los valores eléctricos (corriente, voltaje, potencia, etc.) o los valores analógicos (temperatura) para comprobar

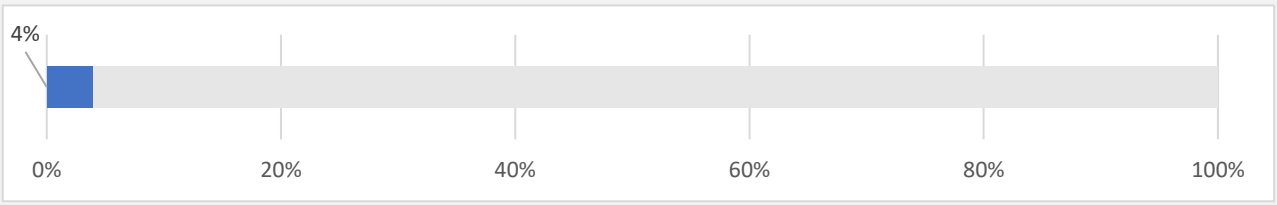
que la instalación funciona correctamente, adicionalmente controlan la calidad de la energía. Estos envían los datos al sistema de comunicación.

- Transformadores de corriente (CTs): Se instalan junto con las unidades de medida, son necesarios para medir las corrientes y determinar los variables de las medidas a medir.
- Sistema de comunicación y supervisión: El conjunto de equipos que envían los datos y los almacenan en un servidor web (Interfaz, conversor, web server), para la futura supervisión de los usuarios vía pc, smartphone , etc.
- Elementos adicionales: que sirven para realizar las conexiones de los equipos (cables y fuentes de alimentación).

Ahorros

Ahorros financieros por año: 13 742 400 COP/año

Ahorros sobre **GENERAL**



Ahorros energéticos por año	33 000 kWh/año
Ahorros de emisión GEI	12 600 kgCO2/año

Comentarios:

Según el catálogo de la empresa **LEGRAND** que comercializa los equipos para los medidores inteligentes, monitorear los consumos de energía podría alcanzar de un 8% a un 12% de ahorro sobre los consumos totales del edificio. Se tomará el ahorro del 8%.

Ya que el éxito de esta estrategia depende de los análisis y estrategias que se apliquen por parte de los directivos y del compromiso de los usuarios, se tomará la hipótesis de que la implementación de medidores será un 50% efectiva.

Por lo tanto el ahorro será de un 4% sobre los consumos generales del edificio.

Factibilidad	
Perturbación	Perturbación media
Posibilidad de planeación de implementación	Puede ser planeado a mediano plazo porque podría haber cortes de energía para la instalación de los equipos.

Costos y retorno	Cantidad	Precio Unitario	Total
Equipos de gestión y monitoreo para los dos edificios de la entidad	1	39 500 000	39 500 000
Mano de obra	1	5 925 000	5 925 000
Inversión total			**45 425 000 COP**
Periodo de recuperación			**4 años**

Comentarios: La cotización se hizo con la empresa **LEGRAND** empresa que dentro de su catálogo de servicios ofrece soluciones para sistemas EMS (Sistemas de gestión de la energía).

LEGRAND estimo que el costo de la mano de obra es de un 15% de los costos de los equipos.

Para más información se pueden contactar con la persona encargada de hacer la cotización fue Carlos Rueda al número de celular 316 693 1567

7.2.6.Implementación de equipos de gestión de la iluminación

7.2.6 Implementación de equipos de gestión de la iluminación	Oportunidad: ★★★★☆
	Planificación de Trabajo: Mediano plazo

Resumen de la propuesta de mejoría



Implementación sensores de presencia.

Los sensores de presencia actuales permiten detectar a las personas aun así estas estén realizando tareas que no requieran mucho movimiento como en oficinas, lo que permite ahorrar energía evitando que se queden luminarias prendidas durante momentos de desocupación.

Puede ser aplicado en grandes espacios de oficinas para encender solo la parte de luminarias donde se encuentran las personas trabajando.

Ahorros

Ahorros financieros por año: 2 652 300 COP/año

Ahorros sobre: **ILUMINACIÓN**



Ahorros energéticos por año	6 400 kWh/año
Ahorros de emisión GEI	2 400 kgCO2/año

Comentarios:

Los sensores de presencia pueden ser aplicados a los dos edificios de la entidad. Según ASHRAE 90.1 de 2010 se debe estimar en edificios tipo oficina un 5% de ahorros sobre los consumos de los espacios que se aplica esta estrategia.

Factibilidad	
Perturbación	Perturbación media
Posibilidad de planeación de implementación	Se puede planear a mediano plazo, ya que la instalación de los sensores requiere de cortes en la electricidad y esto puede afectar el funcionamiento normal de los dos edificios de la entidad.

Costos y retorno	Cantidad	Precio Unitario	Total
Sensores de ocupación	63	100 000	6 300 000
Otros materiales	1	1 500 000	1 500 000
Mano de obra	1	3 000 000	3 000 000
Inversión total			**10 800 000 COP**
Periodo de recuperación			**4 años**

Comentarios:

Ya que se necesita de mano de obra especializada esta fue tomada en cuenta

El número de sensores se obtuvo a partir del área de rango que tiene cada sensor.

7.2.7.Implementación de paneles fotovoltaicos.

7.2.7 Implementación de paneles fotovoltaicos.	Oportunidad: ★★★★☆
	Planificación de Trabajo: Mediano plazo

Resumen de la propuesta de mejoría

En los edificios del MADS existe un potencial amplio para la instalación de paneles fotovoltaicos. La intención del estudio es disminuir los consumos de energía eléctrica del edificio e implementar fuentes de energías no convencionales.

Esta propuesta se hace por intercambio con los interlocutores de la entidad, quienes indicaron que. estaban interesados en implementar esta estrategia en la cubierta del edificio principal.

La empresa **GreenYellow** ofrece soluciones a los edificios que deseen implementar paneles solares. **GreenYellow** de acuerdo a la información de los edificios del MADS, estimó una planta de 160 kWp. Para la planta son necesarios 1400 m^2, estos se pueden distribuir entre la terraza de la cafetería y la cubierta no transitable.



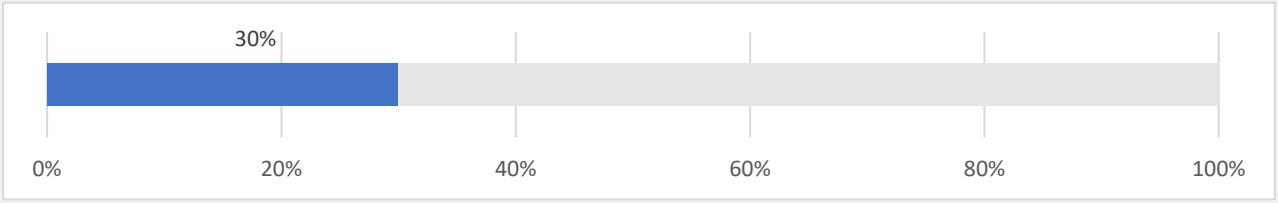
Estructura carport. Fuente: Dexen.mx

Para la sección de la cubierta donde está la cafetería, Greenyellow propone una estructura tipo carport (como se muestra en la imagen) para que no se vea afectado este espacio.

Ahorros

Ahorros financieros por año: **103 000 000 COP/año**

Ahorros sobre **GASTOS GENERALES**



Ahorros energéticos por año	**247 700 kWh/año**
Ahorros de emisión GEI	**94 100 kgCO2/año**

Comentarios:

Se tomó como área estimada para calcular el potencial de generación 1400 m^2.

Según intercambios con la empresa GreenYellow esta planta podría suministrar hasta el 30% de los consumos totales de los edificios de la entidad. Como hipótesis se considera que se produce el 30% de la energía necesaria para el funcionamiento del edifico.

Factibilidad	
Perturbación	Perturbación media
Posibilidad de planeación de implementación	Se puede planear a medianos plazos, se requerirá la intervención sobre la cubierta e interrupciones en el circuito eléctrico.

Costos y retorno	Cantidad	Precio Unitario	Total
Estudio e implementación	1	722 000 000	722 000 000
Inversión total			**722 000 000 COP (190 000 USD)**
Periodo de recuperación			**7 años**

Comentarios: La cotización se hizo con la empresa **Greenyellow**. Greenyellow es una empresa que dentro sus servicios, ofrece soluciones para la instalación de plantas de generación de energía por medio de paneles fotovoltaicos. GreenYellow ofrece dos modelos de servicios de paneles:

- El modelo PPA: en el cual GreenYellow asume los costos de la planta, pero vende la energía a el usuario. Esta opción fue descartada ya que el precio del kWh según el tamaño de la planta, es de 430 COP/kWh, el cual es más alto que el que tiene el MADS que es de 416 COP/ kWh. El retorno hubiera sido de 15 años, por lo cual se recomienda el modelo ECP.
- El modelo ECP: en el cual el usuario compra la planta. Esta fue la opción más viable para el MADS la cual tiene un costo de 190 000 dólares y el retorno es de 7 años (Corresponde a la estrategia 7 implementación de paneles fotovoltaicos).

Para más información se pueden comunicar con el Desarrollador de negocios de energía solar Mateo Adda en el número de celular 311 551 8589.

7.2.8.Sectorización de las luminarias

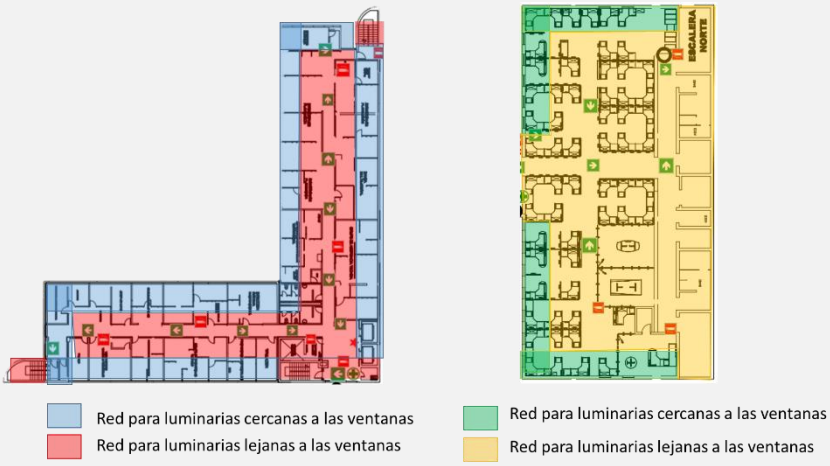
7.2.8 Sectorización de las luminarias	Oportunidad: ★★★★☆
	Planificación de Trabajo: Largo plazo

Resumen de la propuesta de mejoría

De acuerdo a lo observado en la visita, los puestos de trabajo que estaban cerca de las ventanas, tenían sus luminarias encendidas en las horas del día. Esto a causa de que los lugares estaban oscuros por el uso de los blackouts. No existía un circuito independiente que permitiera apagarlas, sin apagar las demás.

Los interlocutores comentaban que se había intentado realizar una sectorización de las luminarias en las oficinas abiertas, pero que esta no era muy efectiva, ya que los puestos de trabajo cambiaban constantemente.

Esta estrategia tiene como objetivo sustituir el cableado eléctrico que conecta las luminarias e independizar las que están cercanas a las ventanas, para aprovechar la iluminación natural.



Ahorros	
Ahorros financieros por año:	**5 304 500 COP/año**

Ahorros sobre: **ILUMINACIÓN**



Ahorros energéticos por año	**12 800 kWh/año**
Ahorros de emisión GEI	**4 800 kgCO2/año**

Comentarios:

Como hipótesis se estimó que en el 15% del área de los dos edificios la entidad, podría aplicarse esta medida.

Realizando un modelo energético en el cual se redujo la densidad de iluminación un 15% en los horarios de 7 am a 3 pm, se obtuvo un 10% de ahorro en consumos de iluminación.

Este ahorro se obtuvo asumiendo que todos los usuarios acogerán la estrategia.

Factibilidad	
Perturbación	Perturbación alta
Posibilidad de planeación de implementación	Se puede planear a mediano y largo plazo, ya que es necesario realizar cortes de luz en el sistema eléctrico para poder realizar los cambios.

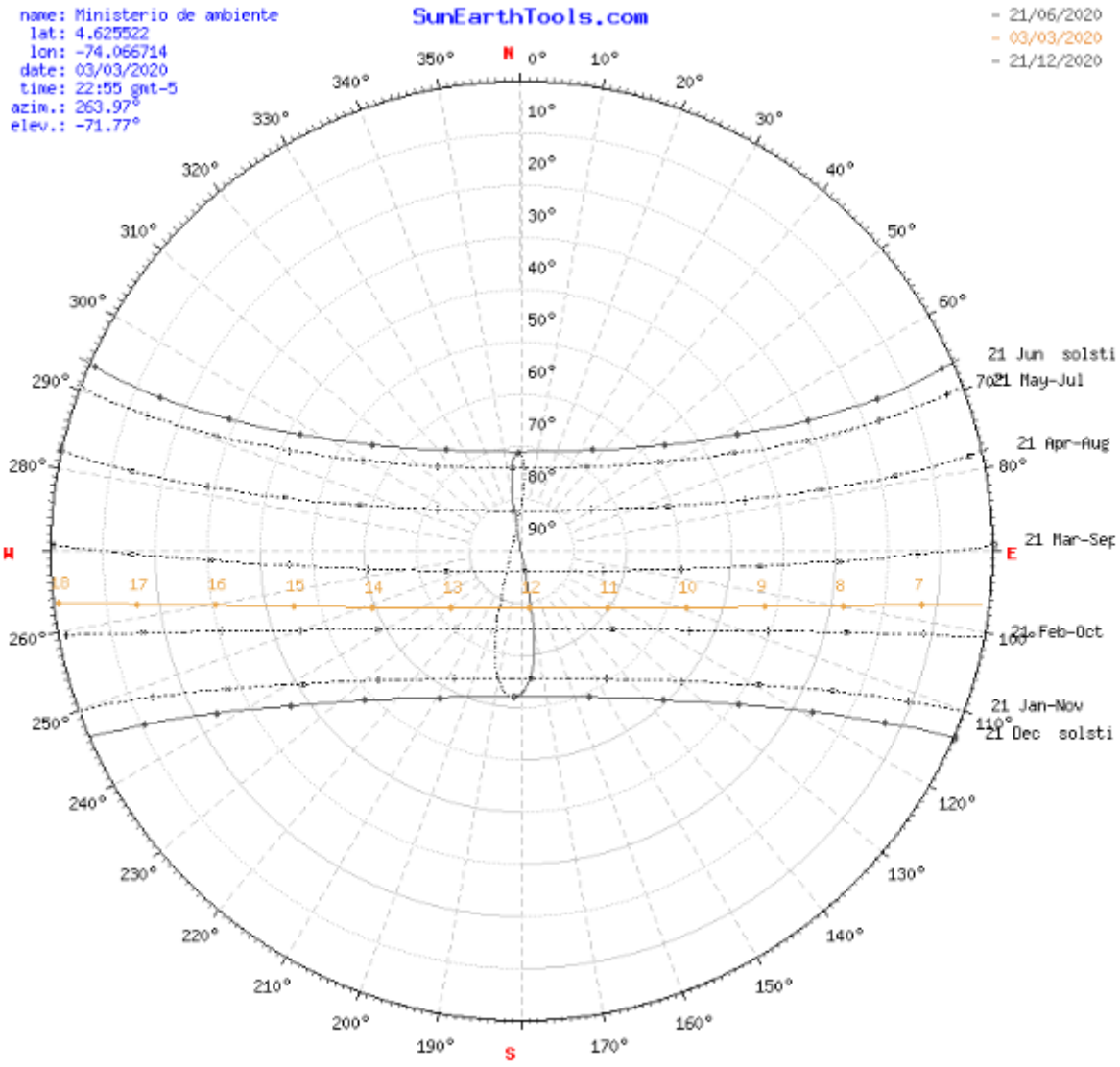
Costos y retorno	Cantidad	Precio Unitario	Total
Restructuración del cableado eléctrico de las oficinas (incluida mano de obra y materiales) para los dos edificios de la entidad.	1	28 000 000	28 000 000
Inversión total			**28 000 000COP**
Periodo de recuperación			**5 años**

Comentarios: La cotización se estimó de previas auditorías energéticas y se hizo para los dos edificios de la entidad.

8. Anexos

8.1. Trayectoria del sol

Con la página web SunEarth Tool, se pudo descargar la trayectoria del sol para el proyecto.



Trayectoría solar Bogotá- Fuente: Sun Earth Tool

Interpretación del grafico

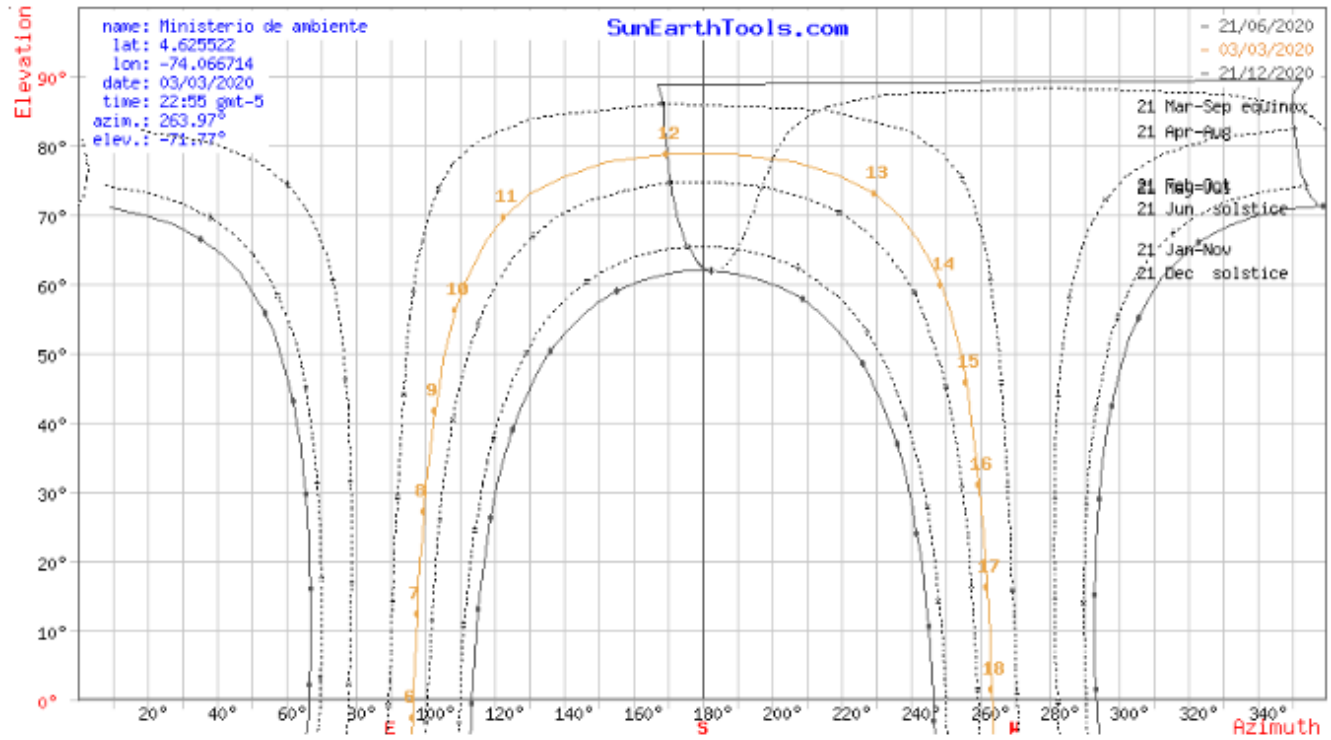
El diagrama solar permite conocer la posición del sol en el cielo según la latitud.

El centro del círculo representa el punto de observación y la circunferencia el horizonte.

El disco es la proyección de una media esfera centrado en este punto que representa la bóveda celeste. Las curvas de los meses son arcos de círculos centrados en el eje vertical que muestra las trayectorias del sol el día 21 de cada mes. Siete de ellos aparecen aquí: El más alto es el solsticio de verano (21 de junio) y el más bajo es el solsticio de invierno (21 de diciembre). Cada una de las curvas negras intercaladas corresponde a un mes: se pueden leer de arriba abajo (junio, mayo-julio, abril-agosto, marzo-septiembre) o de abajo a arriba (diciembre, enero-noviembre, febrero-octubre, marzo-septiembre).

Las curvas de las horas son ortogonales a las de los meses.

Las horas que interceptan la del equinoccio en el este, por lo tanto, corresponden a las 6 de la mañana, la del medio (en el eje vertical) al mediodía solar y el último, al oeste, a las 6 de la tarde.



Bogotá: Diagrama solar– Fuente: Sun Earth Tools

Interpretación del grafico

En Bogotá, el sol alcanza una elevación importante muy rápidamente, particularmente en febrero, marzo y abril y agosto, septiembre y octubre: el ángulo esta supero a 45 grados entre 10:00 am y 2.00pm.

Se traduce con un impacto directo y muy fuerte del sol sobre los elementos de fachadas horizontales como techos y terrazas, estos elementos deben ser una prioridad al momento del estudio.

La curva la más alta al sur corresponde al equinoccio de marzo/ septiembre. y la más baja es el solsticio de invierno (21 de diciembre). La curva naranja corresponde al 20 de febrero del año.

Como se nota en el gráfico de la trayectoria solar, entre abril y agosto, el sol brilla desde el norte. Se observa con las curvas del diagrama solar correspondiente a los meses entre abril y agosto.

Conclusiones

En Bogotá, al medio dia el sol brilla desde el Norte entre abril y agosto y desde el Sur entre septiembre y marzo.

La cubierta tiene ganancias termicas por radiacion ya que el sol alcanza una elevacion importante muy rapidamente.

El sol brilla fuerte durante pocas horas durante las mañanas sobre la fachada Este/oriental y sobre la fachada Oeste durante horas de la tarde. Durante esas horas se puede generar inconfort para los usuarios de un edificio porque la radiación solar es directa. Las temperaturas siguiendo más altas durante las tardes, los sombreamientos de la fachada Oeste/ occidental son los más importantes a estudiar. Al este, la molestia de los usuarios es por el brillo solar.

8.2. Equipos de medición

8.2.1.Equipo de medición de niveles de iluminación

Los niveles de iluminación se midieron con un Luxómetro LUTRON LM-81LX, que tiene las siguientes especificaciones generales:

Pantalla	13 mm Pantalla LCD
Medición	Lux / Foot Candle
Humedad de operación	Max. 80% RH
Temperatura de operación	0 A 50°C
Peso	160 g incluyendo batería

El equipo además presenta las siguientes especificaciones eléctricas:

Medida	Rango	Resolución	Precisión
Lux	0 a 2200 Lx	1 Lx	± 5%rdg ± 8 dgt
	1800 a 20000 Lx	10 Lx	
Foot-Candle	0 a 204 Fc	0,1 Fc	
	170 a 2000 Fc	1 Fc	

8.2.2.Equipo de medición de temperatura e higrometría

Las mediciones de temperatura e higrometría se midieron con un USB datalogger que tiene las siguientes especificaciones generales:

- Temp : -40° à +70°C / Resol. 0.1°C / Prev. ± 1°C
- Higro.: 0 à 100% RH / Resol. 0.1% / Prev. ± 2% RH
- Medición del punto de rocío
- 32 000 memorias
- Prueba de agua IP54
- Intervalos: 1 sec à 24 h
- Maxi / Mini / Alarmas
- Software de análisis y explotación
- D : 130x30x25 mm / 120 g
- Al. : Batería litio 3,6V 171SI/PI / Autonomía 3 años

8.3. Temperatura óptima para zonas de servidores y UPS

Según ASHRAE TC9.9 "Data Center power Equipment Thermal Guidelines and best Practices" las condiciones recomendadas en zonas de servidores o UPS son entre 18 y 27°C – 60% de humedad relativa.

Class[a]	Equipment Environmental Specifications for Air Cooling						
	Product Operations[b,c]					Product Power Off[c,d]	
	Dry-Bulb Temperature[e,g] °C	Humidity Range, Non-Condensing[h,i,k,l]	Maximum Dew Point[k] °C	Maximum Elevation[e,j,m] m	Maximum Temperature Change[f] in an Hour (°C)	Dry-Bulb Temperature °C	Relative Humidity[k] %
Recommended (Suitable for all 4 classes)							
A1 to A4	18 to 27	-9°C DP to 15°C DP and 60% RH					

Especificaciones para el aire acondicionado de data centers y sala de servidores – Fuente: ASHRAE
Según ASHRAE, en estos cuartos se puede aumentar la temperatura se recomienda empezar a operar los equipos a 26°C.

8.4. Ventilación natural – Confort adaptativo

Para ventilación natural, ASHRAE toma como referencia el confort adaptativo que depende directamente de la temperatura media del sitio.

En el siguiente gráfico:

- En el eje horizontal se muestra la temperatura media del ambiente (Temperatura media de Bogotá 14°C)
- En el eje vertical se lee el rango de temperatura de operación.

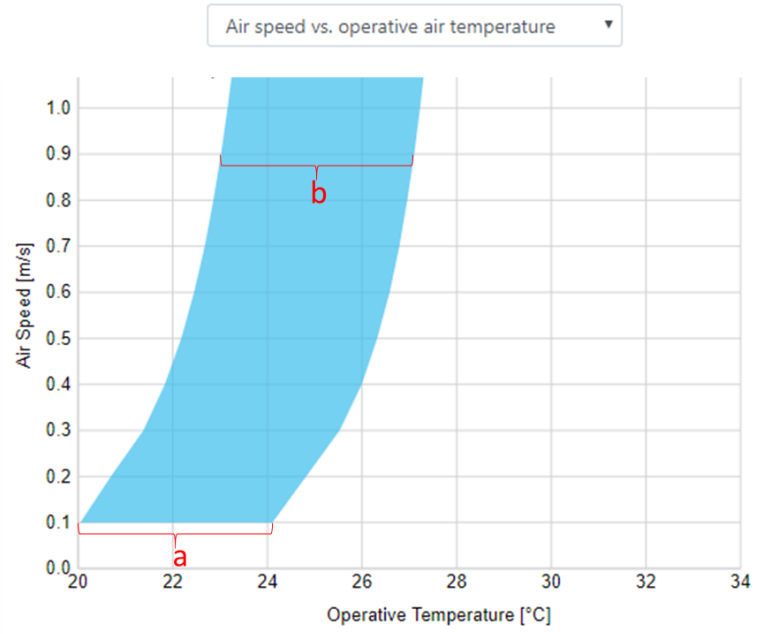


Gráfico Zona de Confort Bogotá método PMV (rango "a" a 0.3m/s; rango "b" a 0.9m/s) Fuente: CBE Thermal Comfort Tool.

Este análisis toma como hipótesis que las personas al interior de los espacios tienen la posibilidad de cambiar su vestimenta, adaptándolas a temperaturas bajas como a temperaturas altas. En el gráfico se muestran los rangos de confort en función de la velocidad y la temperatura.

Sin el uso de ventiladores(velocidad del aire de 0,1 m/s):

- Entre 20°C y 24°C se puede estimar las personas dentro de los edificios se sentirán en confort. Representados con “a” en la gráfica.

Con el uso de ventiladores (velocidad del aire de 0,9 m/s):

- Entre 23°C y 27°C puede estimar las personas dentro de los edificios se sentirán en confort. Representados con “b” en la gráfica.

Se observa que con el uso de ventiladores se puede alcanzar temperaturas mayores, alrededor de 2 grados más.

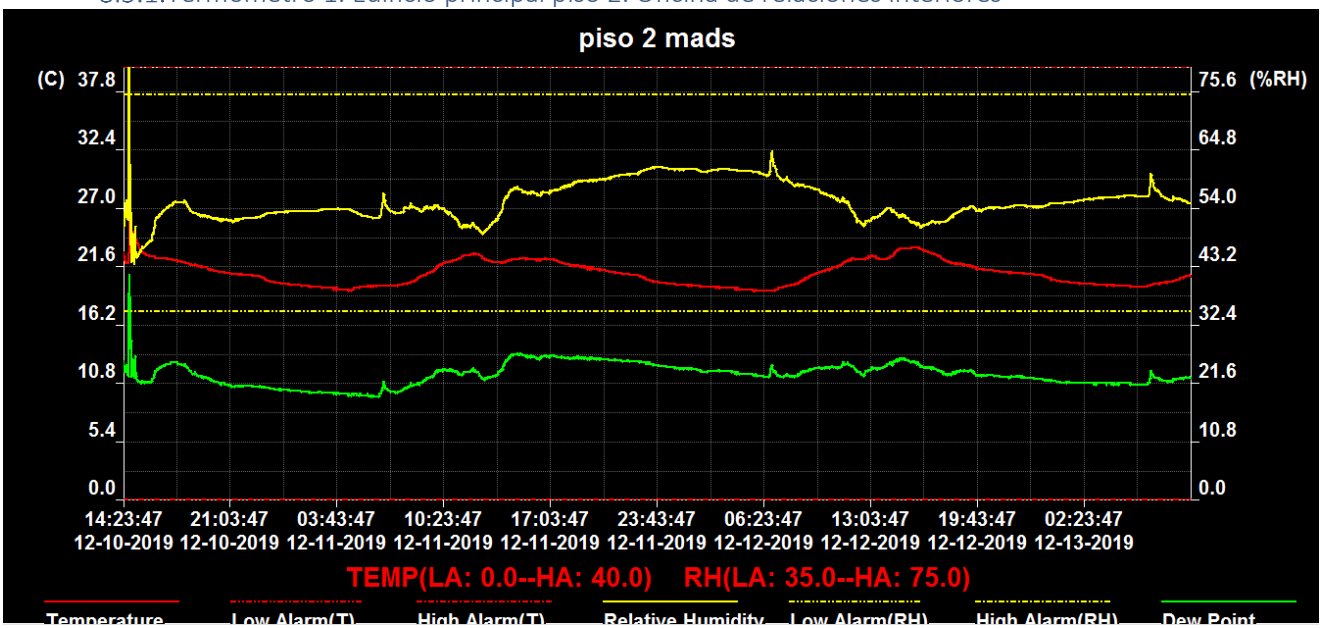
8.5. Análisis de mediciones

A continuación, se muestran los resultados de mediciones y la ubicación de los termómetros implementados.

Leyenda de los gráficos de mediciones:

- *La curva amarilla muestra los valores de humedad relativa,*
- *la curva roja corresponde a las temperaturas,*
- *la curva verde corresponde a los valores de temperatura de rocío.*

8.5.1.Termómetro 1. Edificio principal piso 2. Oficina de relaciones interiores



Grafica de temperaturas y humedad en el edificio principal piso 2.Fuente: TERAO

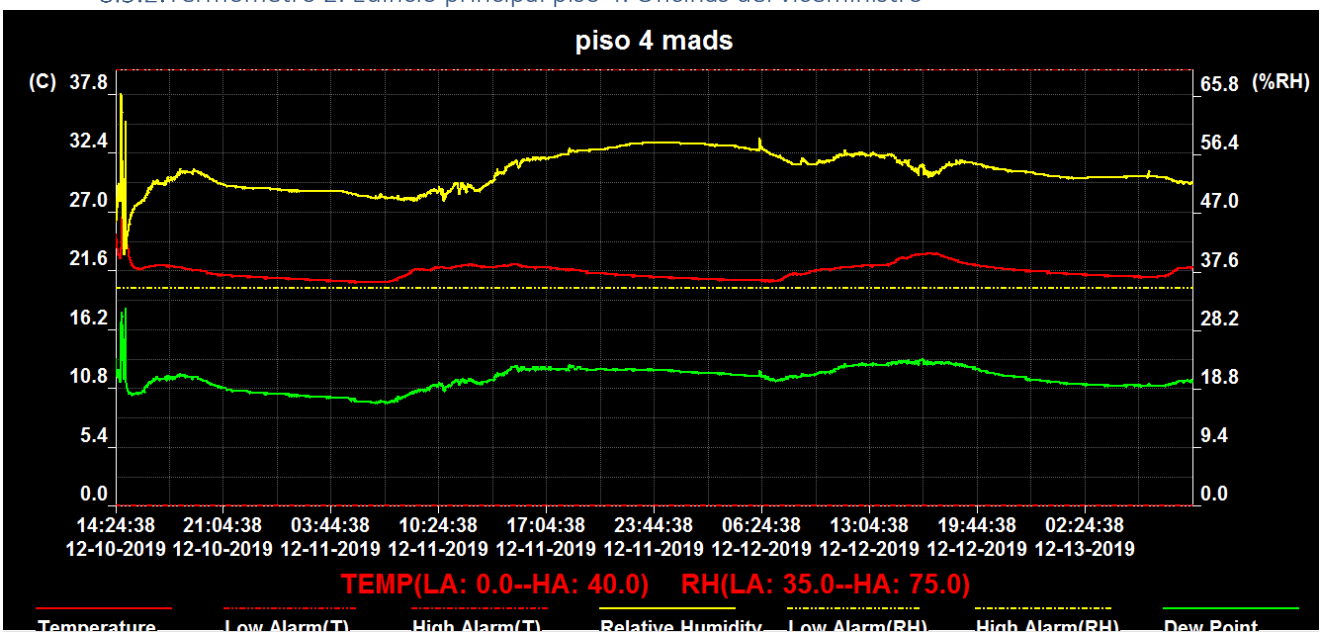
La grafica muestra un comportamiento similar a lo largo de los días medidos, por lo que se puede notar que:

- De las 7 am a las 6 pm se tiene un promedio de temperatura de 21.7°C
- De las 6 pm a las 7 am .se tiene un promedio de temperatura de 20.3°C
- Las temperaturas comienzan a aumentar a las 7 am. Se alcanza un pico temperatura de 23.4°C. a la 1 pm.
- Las temperaturas comienzan a disminuir a las 5 pm. Se alcanza una temperatura de 19.4°C a las 3 am.

Según los datos obtenidos, en los horarios de ocupación del edificio de 7 am a 6 pm el edificio se encuentra dentro de los rangos, un 100% del tiempo.

En los horarios de 6 pm a 7 am el edificio se encuentra de dentro de los rangos de confort, un 95% del tiempo.

8.5.2.Termómetro 2. Edificio principal piso 4. Oficinas del viceministro



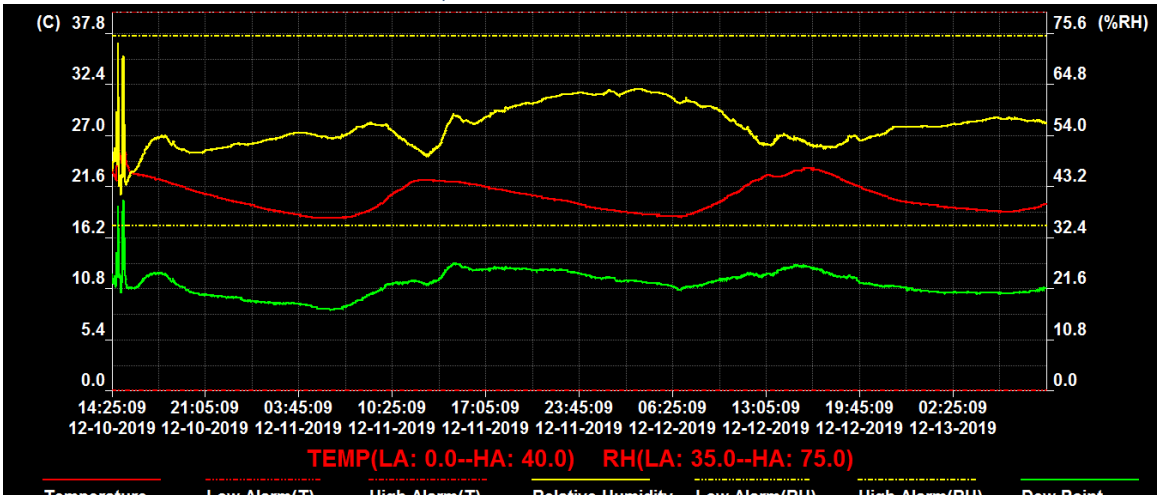
Grafica de temperaturas y humedad en el edificio principal piso 4.Fuente: TERAO

De la gráfica de temperatura y humedad se puede determinar que:

- La variación de la temperatura a lo largo de los días medidos no es mucha. Se tiene una temperatura promedio de 21.5°C y una humedad promedio de 53.8%.
- La temperatura máxima es de 23.2°C y la temperatura mínima es de 20.5°C

El piso en general se mantiene dentro de los rangos de confort durante los horarios de ocupación, un 100% del tiempo.

8.5.3.Termómetro 3. Edificio anexo piso 4



Grafica de temperaturas y humedad en el edificio anexo piso 4. Fuente: TERAO

- La temperatura promedio dentro del piso 4 en los horarios de 7 am a 6 pm es de 21°C y la humedad relativa promedio es de 55%.
- De 6 pm a 7 am el promedio de temperaturas es de 19.12°C y una humedad relativa de 62.8%
- Las temperaturas más altas se encuentran de 12:00 pm a 5 pm y alcanzan un pico de temperatura de 23.6°C
- -De las 00:00 a 7:00 am se encuentran las temperaturas más bajas y alcanzan los 18.3°C.

Según los datos obtenidos, en los horarios de ocupación del edificio de 7 am a 6 pm el edificio se encuentra dentro de los rangos de confort, un 78% del tiempo. Las personas pueden estar expuestas a temperaturas de 18.3°C que son 1°C más bajas que los 20°C establecidos por el estándar. y se producen de 7 am a 10 am.

En los horarios de 6 pm a 7 am el edificio se encuentra dentro de los rangos de confort con un 90% de aceptabilidad, un 48% del tiempo.

8.6. Inventario de servidores y UPS

Modelo de Equipo	Cantidad	Potencia (W)
FORTIRPS 100	1	552
FORTISANDBOX 1000	1	115
FORTIDDoS 400B	1	156
FORTIWEB 1000D	1	18
HUAWEI HG8245H	2	16.5
ROUTER HPE MSR930	1	200
FORTIADC 700D	2	162
EXINDA 4010	1	200
FORTIGATE 800C	2	158
CISCO CATALYST 3850 48 POE+	1	435
CISCO CATALYST 3750X 48 POE	2	540
NUTANIX	3	400
LENOVO SYSTEM X 3850 X6	2	900
FORTIDB 3000D	1	317
CISCO NEXUS 7009	1	200
IBM 2498 B24	2	48
DELL POWERVAULT NX3300	2	750
DELL COMPELLENT SC8000	2	200
DELL COMPELLENT SC220	2	700
IBM SYSTEM STORAGE 3573	1	200
IBM SYSTEM X3550M4	2	550
HP PROLIANT DL380P GEN8	1	750
HP PROLIANT DL360e GEN8	1	460
HP 3PAR STORESERV 7200	1	200
HP DRIVE SHELF M6710	3	150
HP DRIVE SHELF M6720	1	164
IBM 2005 B16	2	200

IBM SYSTEM STORAGE DS4700	1	200
IBM SYSTEM STORAGE EXP810	5	200
RADVISION 5100	1	200
HP PROLIANT DL320e GEN8	1	350

Especificaciones técnicas de las UPS en el edificio principal	
Equipo	**Características**
UPS 40 kVA para datacenter	Marca Schneider Electric Modelo SYMMETRA PX 40 KW MODULAR Numero Serie QD1740140356 General UPS de 40.KW N+1 expandible a 100.KW tipo rack, DUAL INPUT, en una arquitectura modular, expandible en módulos de 10.KW, reemplazables en caliente sin corte de energía y sin pasar a bypass. Cantidad 1 Salida Salida Nominal AC: 208V, 3 fases, 4 cables, 60 Hz.
UPS 225 Kva par equipos de computo	Marca Schneider Electric Modelo Galaxy VM de 225KVA Salida Capacidad de Potencia de Salida: 202.5 kW / 225 kVA Máxima potencia configurable: 202.5 kW / 225 kVA Tensión de salida nominal: 480V 3PH

Equipos de datacenter edificio anexo		
MODELOS SERVIDOR	CANTIDAD	PROMEDIO DE CONSUMO POR SERVIDOR (W)
THINKSYSTEM SR650	6	750-1100
POWER 8 S822	2	1250
FSM IBM	14	450
CHASIS IBM	1	2500
STORWYSE V7000	8	530
VERITAS NETBACKUP	2	580
FORTISIEM2000F	1	320
CISCO NEXUS	1	6000
CHEKPOINT	3	275
SISTEMA CISCO	1	2000
OTROS EQUIPOS DE PROVEEDOR (ETB)	4	750

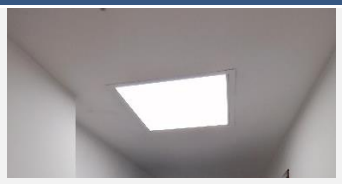
Especificaciones técnicas de las UPS en el edificio anexo	
Equipo	Características
UPS 20 Kva	UPS marca POWERSUN 20 KVA - 16 KW 120/208VAC 55 AMP
UPS 20 kVA	UPS marca CDP 20KVA - 18KW 120/208VAC 56 AMP
UPS 80 kVA	UPS marca POWERSUN 80KVA - 72KW 120/208VAC 222 AMP

8.7. Inventario de plantas eléctricas

Edificio principal	
Características de la planta eléctrica	Uso
Marca: CUMMINS, Modelo Motor: GMTA855G3, Serie de motor: 30374676 capacidad: 300KW-385KVA	La planta sirve como apoyo a la red regulada en caso de emergencia. Se encienden 2 horas o 1 hora al mes para revisar el funcionamiento.
Marca: CATERPILLAR, Modelo Motor: 3406, Serie de motor: 75Z00513, capacidad: 260KW-325KVA	La planta sirve como apoyo a la red normal en caso de emergencia. Se encienden 2 horas o 1 hora al mes para revisar el funcionamiento.

Edificio anexo	
Características de la planta eléctrica	Uso
Marca: CUMMINS, Modelo Motor: GCTAA8.3-G2, Serie de motor: 78062833, capacidad: 240 KVA	La planta sirve como apoyo a la red regulada y normal en caso de emergencia. Se encienden 2 horas o 1 hora al mes para revisar el funcionamiento.

8.8. Inventario de luminarias

Edificio principal				
Tipo	Potencia	Cantidad	Localización	Fotografía
Lámpara tipo panel LED 60x60	40 W	594	Oficinas abiertas cerradas y pasillos	
Lámpara tipo panel LED 120x30	40 W	51	Escaleras y sótano 2	
Lámpara tipo panel LED redondo Ø 225X13 mm	18 W	61	Oficinas cerradas y abiertas, pasillos y salas de reuniones y recepciones	

Lámpara tipo panel LED redondo Ø 300x11 mm	24 W	61	Oficinas cerradas y auditorio	

Edificio anexo				
Tipo	Potencia	Cantidad	Localización	Fotografia
Luminaria Fluorescente T8 60*60 x 4	68 W	380	Oficinas abiertas	
Luminaria Fluorescente T5 60*60 x 4	56 W	63	Oficinas abiertas	
Luminaria Fluorescente T8 60*120 x 2	64 W	20	Datacenter	
Lámpara hermética Fluorescente T8	32 W	26	Pasillos	
T8 Fluorescente 1x32	32 W	7	Escaleras	
T5 Fluorescente 2X28	56 W	22	Pasillos	
Lámpara tipo LED 60x60	45 W	47	Oficinas cerradas	

Panel redondo tipo LED	6 W	1	Sotano	

8.9. Inventario de equipos de HVAC

Edificio principal	
Características del AA	Uso
Marca AIREDALE Modelo DF26X2-EZRE-2 Cantidad: 1 Sistema de precisión ambiental de capacidad de 6.5 a 7 toneladas y entre 76.000 a 84.000 BTU/H.	Está ubicado en el piso 5 en el cuarto de datacenter. Opera a una temperatura de 18.8°C las 24 horas, los 365 días del año. Su unidad exterior se encuentra en la cubierta
Marca: LG Modelo: LMNC092D4A0 MINISPLIT- Capacidad: 36000 Btu/h	Está ubicado en el piso 2, en el cuarto de Monitoreo. Su unidad exterior se encuentra en el piso 1.

Edificio anexo	
Características del AA	Uso
Aire de Precisión marca EMERSON Liebert CRV de 5TR (20KW) modelo CR020RA1C73855 serie Y136BM0057 Cantidad: 1	Está ubicado en el piso 2 en el cuarto de datacenter. Opera a una temperatura de 14°C las 24 horas, los 365 días del año.
Aire Acondicionado tipo Mini Split marca MC QUAY 36000 BTU 220V 3500W 1 (una) Unidad	

Edificio principal	
Características del ventilador	Uso
Marca: AIRFLEX modelo: FMH3-108 Capacidad:1900 CFM, FAN MOTOR 208/230 V -1 HP -60HZ BLOWER SIZE: 10X8 (in) Cantidad: 1	Ubicación: Cuarto de Almacén de mantenimiento (piso -2) Promedio de 1 hora por día

8.10. Inventario bombas

Edificio principal
Características de la bomba
• Bomba No. 1, Marca: Barnes, Potencia: 7,5 Hp, Motor: WEG -Conexión: Trifásica • Bomba No. 2 - Marca: Barnes, Potencia: 7,5 Hp, Motor: SIEMENS Conexión: Trifásica • Bomba No. 1 - Marca: IHM, Potencia: 5 Hp, Motor: WEG - Conexión: Trifásica • Bomba No. 2 - Marca: Barnes, Potencia: 5 Hp, Motor: WEG - Conexión: Trifásica • Bomba Eyectora No. 1, Marca: PEDROLLO, Potencia: 1.5 Hp, Conexión: Trifásica • Bomba Eyectora No. 2, Marca: PEDROLLO, Potencia:1.5Hp,Conexión: Trifásica Ubicación: Sótano 2 (-2) -Cuarto de máquinas • Motobomba No. 1 Marca: Barnes, Potencia: 3 Hp, Conexión: Trifásica • Motobomba No. 2, Marca: EBARA, Potencia: 1,5 Hp, Conexión: Trifásica • Motobomba No. 3,Marca: Pedrollo Potencia: 1.5Hp, Conexión: Trifásica Ubicación: Rampa Sótano 2 (-2) • Motobomba No. 4, Marca: EVANS Potencia: 1/2 Hp, Conexión: Trifásica. Ubicación: Piso 1

Edificio anexo
Características de la bomba
• Bomba Eyectora No. 1, Marca: Unimount, Potencia: 3 Hp, Conexión: Trifásica • Bomba eyectora No. 2 Marca: Unimount, Potencia: 3 Hp, Conexión: Trifásica Ubicación: Sótano 1 (-1)

8.11. Niveles de iluminación

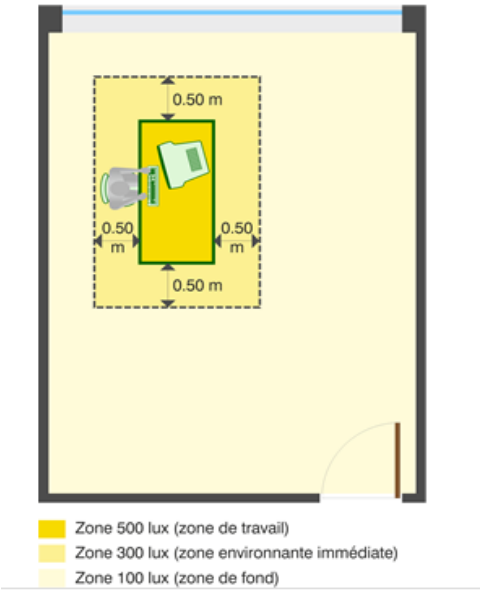
Como comparación a la norma colombiana RETILAP, la norma europea EN 12464-1 de noviembre de 2002 estipulan los requisitos de nivel de iluminación para diferentes espacios y actividades.

El RETILAP propone 500 Lx como valor mínimo de iluminancia en espacios para trabajo tipo oficinas abiertas y 1000 Lx máximo.

Para los espacios se establece en la norma EN 12464-1 que los valores óptimos están alrededor de 300 Lx y alcanzar 500 Lx con lámparas puntuales sobre las zonas de trabajo en oficinas.

Así, en comparación con estándares internacionales, la norma RETILAP aparece muy exigente para oficinas abiertas y cumplir con la norma puede generar consumos altos innecesarios.

La imagen de la derecha muestra los requisitos mínimos para una oficina según la norma EN 12464-1.



TIPO DE RECINTO Y ACTIVIDAD	UGR_L	NIVELES DE ILUMINANCIA (lx)		
		Mínimo.	Medio	Máximo
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

Referencias:

*"Norma Europea EN 12464-1, Iluminación, Iluminación de los lugares de trabajo, Parte 1: Lugares de trabajo en Interiores"*https://enerfigente.files.wordpress.com/2015/08/une-en_12464-12003.pdf

https://energieplus-lesite.be/reglementations/l-eclairage/la-norme-nbn-en-12464-1-lumiere-et-eclairage-des-lieux-de-travail/

8.12. EDGE

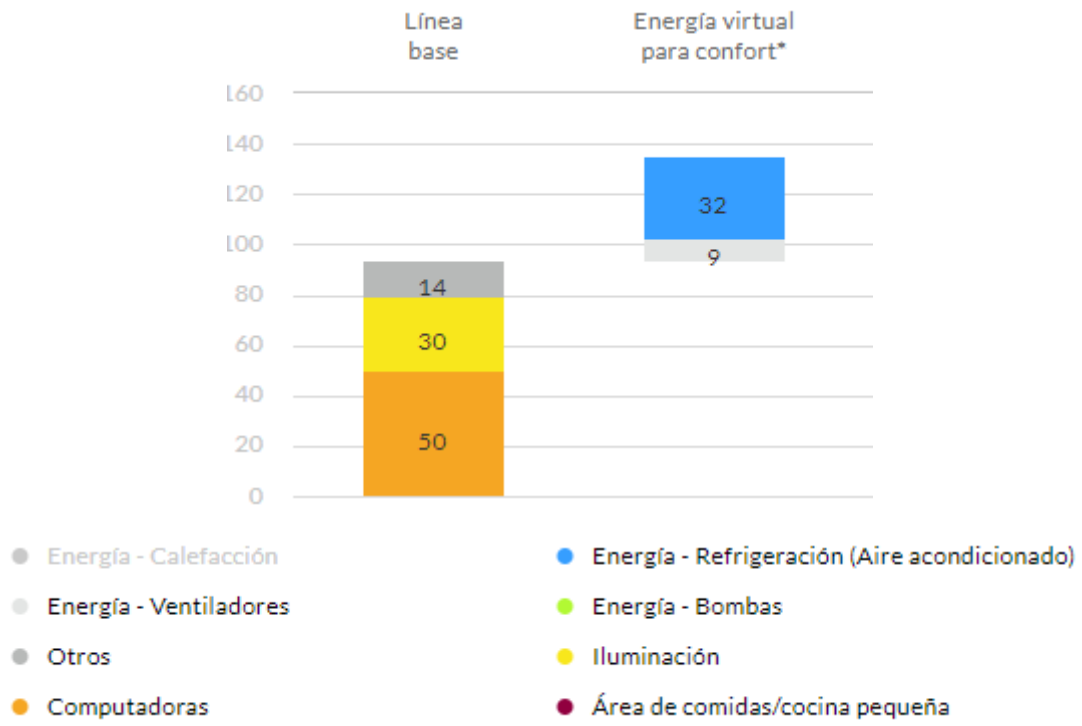
La aplicación "EDGE, una innovación de la Corporación Financiera Internacional (IFC), miembro del Grupo Banco Mundial, permite que construir y promover la construcción de edificios ecológicos sea más rápido, más fácil y más asequible.

La herramienta EDGE está disponible para los siguientes tipos de edificios: hoteles, viviendas, centros comerciales, oficinas, edificios de salud, edificios educativos.

La herramienta EDGE tiene una base de datos climática que cubre Colombia. También tiene el mérito de tener guías de buenas prácticas para cada tipo de edificio cubierto. Esta herramienta es bastante precisa (los autores indican una diferencia de menos del 10% con simulaciones térmicas dinámicas) siempre que los datos de entrada estén bien anclados en la realidad observada durante las visitas al sitio. Para cada medida de eficiencia energética, la herramienta se puede utilizar para cuantificar el monto de la inversión, el ahorro de energía en kWh y en dólares estadounidenses.

Para el presente proyecto, para consolidar la hipótesis de cálculo, se usó la herramienta EDGE para tener un consumo de referencia según la información recopilada. Resultó el siguiente perfil de referencia según EDGE:

Los consumos aparecen un poco más altos, puede ser por que no se está considerando que los edificios de la entidad no cuentan con sistema HVAC y el que el 64% de las luminarias son de tecnología LED.



8.13. Incentivos tributarios FENOGE

La ley 1715 de 2014 tiene por objeto promover el desarrollo y la utilización de las fuentes no convencionales de energía, principalmente aquellas de carácter renovable, en el sistema energético nacional. Esta ley establece los lineamientos para la aplicación de incentivos.

Adicionalmente, esta ley es creada el FENOGE (Fondo de Energías No convencionales y Gestión Eficiente de la Energía) para financiar programas de FNCE y gestión eficiente de la energía y facilita la venta de excedentes de electricidad por parte de auto y cogeneradores.

El Fondo está reglamentado por el **Ministerio de Minas y Energía** y según el manual operativo, los recursos del fondo podrán financiar parcial o totalmente de forma **reembolsable o no reembolsable**:

- para la implementación de soluciones y autogeneración a pequeña escala,
- para la mejora de eficiencia energética,
- igualmente se podrán financiar estudios y auditorías energéticas, adecuaciones locativas, disposición final de equipos sustituidos y costos de administración e interventoría de los programas y/o proyectos.

El FENOGE aplica para los siguientes sectores: Publico /comercial /servicios/ industrial /sector residencial (principalmente estratos 1,2 y3)

En el marco del proyecto y de la presente auditoria energética, se supone que la entidad podría aplicar al fondo para los siguientes ítems establecidos en el FENOGE para la implementación de las propuestas de mejoría seleccionadas:

- Planes /programas/proyectos para la implementación de plantas de generación con FNCER (Fuentes No Convencionales de **Energías Renovables**)
- Planes /programas/proyectos basados en implementación de medidas de **gestión eficiente de la energía**
- **Sistema de gestión de información energética/monitoreo/evaluación y seguimiento.**

NOTA:

Los criterios para determinar el Carácter de la Financiación (Reembolsable/NO Reembolsable), están disponibles en el Numeral 3.1 del Manual Operativo del FENOGE.

Los criterios de elegibilidad según el carácter de la financiación (reembolsable/No reembolsable), lo cual se encuentra en el numeral 2.4 del Título II del Manual Operativo.

El mecanismo de presentación en forma directa a la UPME o el IPSE, se encuentra en el Numeral 2.1.1 del Título II del Manual Operativo.

Los documentos y requisitos para la presentación de planes y proyectos ante el Fondo, están disponibles en el los numerales 2.2 y 2.3 del Título II del Manual Operativo.

Para tener más información, se recomienda las siguientes páginas Web:

Información general: www.fenoge.com
https://fenoge.com/normatividad/
Normatividad: https://www.minenergia.gov.co/fenoge
Manual operativo: https://www.minenergia.gov.co/documents/10180/23517/47633-res_41407_121217.pdf

8.1. El equipo

Olga Victoria del Socorro Gonzalez, UPME

Ingeniera Química de la Universidad Industrial de Santander, UIS, con Maestría en Saneamiento y Desarrollo Ambiental de la Pontificia Universidad Javeriana. Asesora Líder de Eficiencia Energética de la Unidad de Planeación Minero Energética, UPME, con más de 20 años de experiencia en el sector público colombiano, en temas relacionados con Energía y Medio Ambiente.

Olga ha participado en la formulación del proyecto y ha sido delegada por la dirección general para realizar la supervisión y el acompañamiento técnico del mismo por parte de la UPME.

Omar Alfredo Baez Daza, UPME

Ingeniero Electricista de la Universidad Nacional de Colombia. Profesional de la Subdirección de Demanda de la Unidad de Planeación Minero Energética – UPME con amplios conocimientos en formulación de políticas públicas en temas de eficiencia energética y fuentes no convencionales de energía y en diseño y aplicación de instrumentos para su promoción, así como en la realización de estudios de caracterización de consumos energéticos sectoriales, determinación de potenciales de eficiencia energética y diseño de proyectos, planes y programas nacionales, regionales y locales en la materia.

Omar ha participado en la formulación del proyecto y ha sido delegado por la dirección general para realizar la supervisión y el acompañamiento técnico del mismo por parte de la UPME.

Loïs Moulas, TERAO

Diplomado de la universidad Supélec con una especialización con los sistemas energéticos, Loïs fundó la empresa SINTEO en 2008, una firma de ingeniería en construcción sostenible. Fue uno de los directores hasta 2015. En 2012, co-fundió el observatorio del sector inmobiliario sostenible (OID: Observatoire de l'immobilier durable) colaborando con miembros fundadores (Altarea Cogedim, Amundi Immobilier, l'ARSEG, La Francaise REM y Société de la Tour Eiffel): Es el primer observatorio del sector inmobiliario sostenible en Francia:
Hoy en día, Loïs es el presidente de la firma WILD que fundó en 2015 y actualmente es el dirigente de TERAO y es el director del proyecto desde Francia y se encarga de la comunicación con el Club de empresas francesas.

Paul Clément, TERAO

Paul siguió una formación especializada en Energía Verde en la Universidad Real de Estocolmo (KTH) después de una formación en la de ingeniería generalista a la universidad Ecole Centrale de Lyon. Desde 2011, Paul trabajó en las oficinas de diseño especializadas en eficiencia energética y construcción sostenible Sinteo y Alto Ingénierie y se incorporó a TERAO al principio de 2017. Después de 3 años de experiencias en auditorías energéticas y eficiencia en edificios en operación, Paul ocupa ahora el cargo de responsable técnico y jefe de proyecto de construcción y renovaciones sostenibles de edificios terciarios.

Paul es el jefe de proyecto desde Francia.

Camille Cuvillier, TERAO

Camille es una ingeniera general diplomada de la universidad francesa "HEI Hautes Etudes d'ingénieurs". Trabajó como coordinador de proyectos durante 5 en la firma canadiense SNC Lavalin y la firma francesa PROJEX. Trabajó sobren diferentes edificios nuevos o existentes durante la concepción y las obras. Era la coordinadora entre los ingenieros técnicos (estructura, calefacción, climatización, electricidad…) y representaba la firma de ingeniería con los arquitectos, los clientes y las empresas. En 2018, Camille se unió al equipo Terao para el proyecto.

Camille actúa como jefe del proyecto para Terao y es el interlocutor principal del proyecto desde Colombia.

Andrés Meneses, TERAO

Ingeniero de la Universidad Nacional de Colombia, con fuertes bases en la transformación de la energía principalmente; Solar, biomasa, eólica e hidrocinética. Trabaja en proyectos de certificaciones ambientales con la asesoría y la modelación energética. Adicionalmente, brinda apoyo técnico en el proyecto FASEP para la renovación energética de edificios públicos en Colombia. Se unió al equipo de Terao en el año 2019 como Ingeniero de Proyectos.

Sebastián Bolívar, TERAO

Ingeniero de la Universidad Nacional de Colombia, trabajó durante año y medio en SIMGEA como director de proyectos, ofreciendo asesorías integrales en procesos constructivos sostenibles y en donde en conjunto con SETRI se trabajó en el protocolo de implementación de la resolución 0549 para las ciudades de Medellín, Cali y Montería, tiene experiencia en certificaciones como EDGE y LEED y cuenta con conocimientos en modelación energética mediante el software DesignBuilder. Se unió al equipo de Terao en el año 2019 como Ingeniero de Proyectos.

9. Presentación de TERAO

Société de conseil et d'ingénierie

Pionnière depuis 25 ans

40 personnes

Paris, Shanghai et Bogota

Solutions pluridisciplinaires

Pour le bâtiment et la ville durables



Nous intervenons notamment en tant que :

AMO et MOE Développement Durable & Innovation de Bâtiments et de Quartiers

Assistant Technique pour la Coopération internationale sur l'Efficacité Énergétique

AMO et MOE pour la Garantie de performance énergétique

TERAO Paris – Siège social
10, Cité de Trévise, 75009 Paris
Tél : +33 (0)1 42 46 06 63
Contact : contact@terao.fr / www.terao.fr

TERAO Shanghai
Haifang Road Lane 555, Building 20, No. 401
Jing'An District, Shanghai
Tel : +86 173 02 17 81 98
Contact : mramos@teraochina.cn / www.teraoasia.com

TERAO Lyon
La Cordée Valmy, 6 Place Dumas de Loire, 69009 Lyon
Tél : +33 (0)4 81 68 01 05
Contact : contact@terao.fr / www.terao.fr

TERAO Bogota
Calle 70 # 11 – 48, Piso 2 – Bogotá, Colombia
Tel : +57 1 322 7087
Contact : adminco@terao.fr / www.terao.com.co