Un mundo sostenible no será posible sin ustedes

Nosotros les ayudamos



AMBASSADE DE FRANCE EN COLOMBIE
Liberté
Égalité
Fraternité

TRÉSOR DIRECTION GÉNÉRALE

20 años upme
Unidad de Planeación Minero Energética

Renovación Energética de Edificios Públicos

Proyecto de cooperación internacional Francia-Colombia

Evolución del Desempeño Energético - V1

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible – Bogotá

12/05/2021

www.terao.com.co / www.terao.fr
TERAO COLOMBIA – Calle 70 #11-48, Bogotá - +57 1 8 05 0833
Casa matriz : 10 Cité de Trévise, 75009 Paris- + 33 1 42 46 06 63
© TERAO 2019 – No divulgar

Referencia	MADS _ Evolución del Desempeño Energético - V.1	
Distribución	MADS, UPME	
Versión - Fecha	V.1	12/05/2021
Redactado por	Andrés MENESES	
Validado por	Camille CUVILLIER	
Histórico de las versiones	NA	

Índice

1. Introducción 4
1.1. Contexto 4
1.2. Objetivos del documento 5
2. Resumen auditoría energética / 2020-02-27 6
3. Evolución del edificio 9
3.1. Evolución de la ocupación 9
3.2. Cronograma de las obras de mejoría y evolución de las instalaciones 9
4. Revisión del desempeño energético 15
4.1. Evolución global de los consumos 15
4.2. Evolución de los consumos en función de la ocupación 17
4.3. Análisis teórico de los consumos tomando en cuenta la evolución del edificio 18
4.4. Análisis costo beneficio 20
5. Profundización de otras estrategias de mejoría 21
6. Conclusión y Próximos pasos 25
7. Presentación de TERAO 26

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 3, se realiza un seguimiento de los consumos energéticos y se presta un apoyo técnico para la implementación de estrategias enfocadas a la eficiencia energética de los edificios públicos colombianos dentro de los cuales hace parte las instalaciones del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible en Bogotá.

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 de la fase 3 son:

- Hacer un seguimiento de los consumos posterior a la auditoria energética.
- Realizar un análisis del impacto energético/económico/ambiental de las renovaciones realizadas.
- Acompañar y dar apoyo técnico a los interlocutores con las próximas medidas de eficiencia energética que se tengan planeadas implementar.

1.2. Objetivos del documento

Las instalaciones del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible se beneficiaron de un estudio de auditoria energética en 2019 en el marco de la Fase 2 del programa de cooperación.

A principios de 2021 se retomaron contactos con la entidad para iniciar la fase 3 de seguimiento en el acompañamiento de la implementación de paneles fotovoltaicos y conocer las evoluciones que ha tenido el edificio en cuanto a su uso, sus equipos, su envolvente y más que todo sus consumos.

Desde entonces se han realizado 2 reuniones virtuales y una visita en sitio la cual se realizó el 23 de marzo del 2021, en esta fase de seguimiento los interlocutores del MADS han sido:

- María Cecilia Concha
- Richard Fredy Herrera
- Ruth Margarita Ochoa
- Camilo Ernesto Castillo

El propósito del reporte actual es a la fecha abril de 2021 de:

- Recordar las **conclusiones de la auditoria energética** con el resumen ejecutivo
- **Presentar las evoluciones** que hayan sido observadas **en el edificio** desde la auditoria energética
- Hacer un **análisis de los consumos**
- Presentar las **ambiciones y necesidades** de la entidad **para el futuro.**

2. Resumen auditoría energética / 2020-02-27

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.

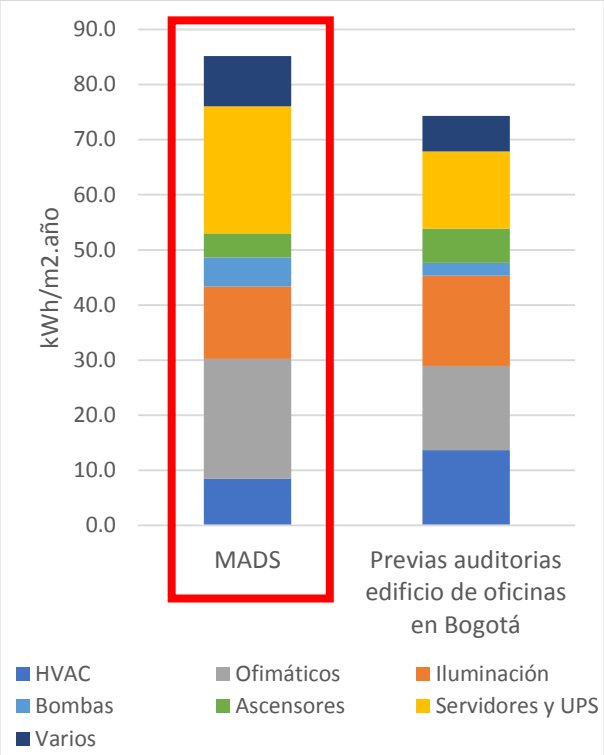
Ofimáticos y servidores

- 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.

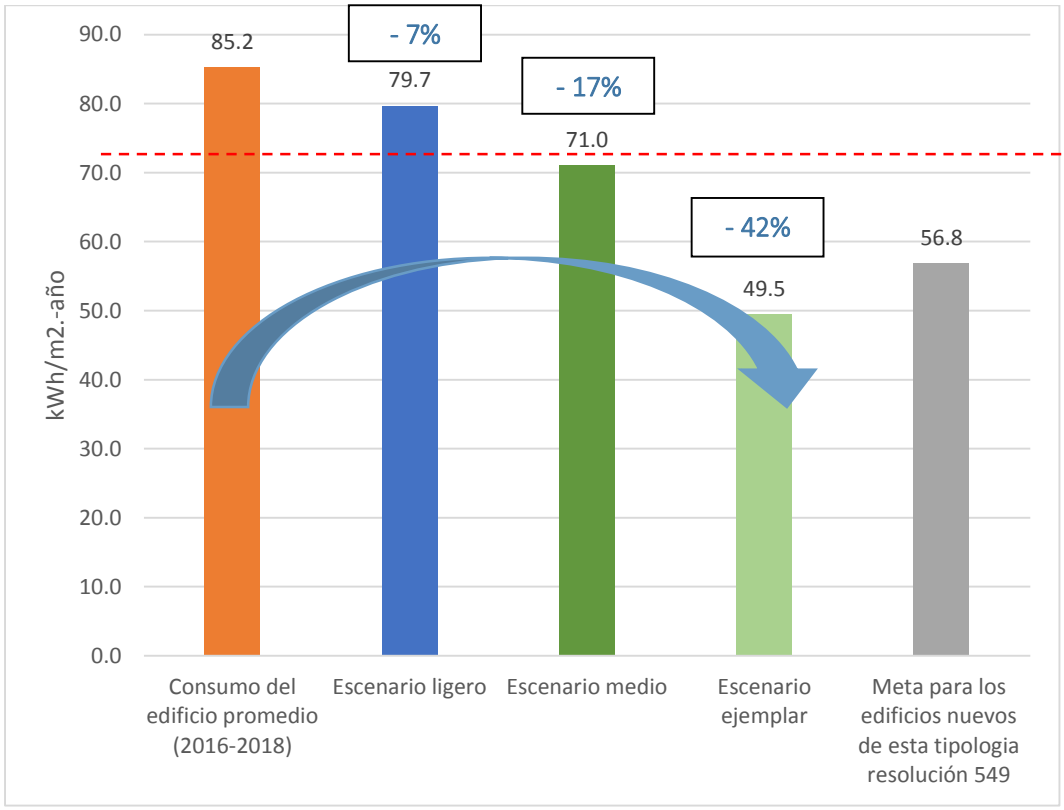
Distribución de consumos



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

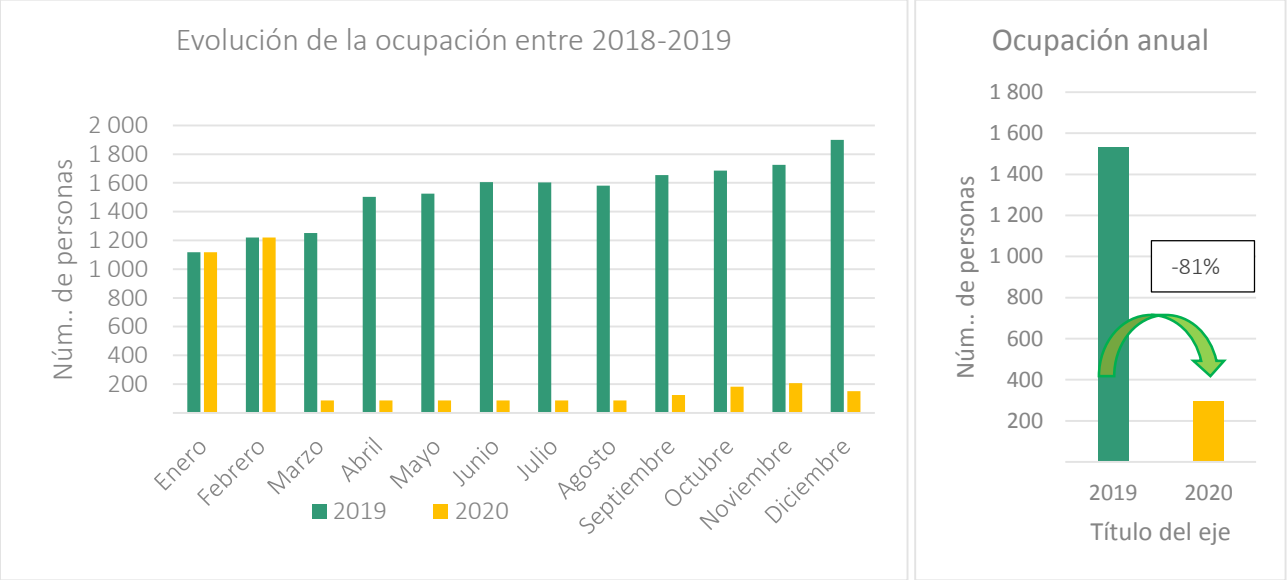
Estrategias de ahorro de energía								
	Propuestas de Mejoría	Inversión (COP)	Ahorro (kWh/Año)	Retorno (años)	Oportunidad	Escenario ligero	Escenario medio	Escenario ejemplar
1	Buenas prácticas es uso de equipos de iluminación.	0	3 800	0	★★★★★			
2	Buenas prácticas en uso de equipos Ofimáticos.	0	29 500	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

3. Evolución del edificio

3.1. Evolución de la ocupación

Debido a la emergencia sanitaria, la ocupación de los edificios vario considerablemente. En la siguiente tabla se representa dicha transición comparando mes a mes 2019 y 2020.



Datos de ocupación mensual y anual del MADS entre 2019 y 2020 – Fuente: MADS y TERAO

- Entre 2019 y 2020 **la ocupación promedio anual se redujo un 81%,** por la pandemia del COVID-19. Se espera una **reducción proporcional en los consumos dependientes de la ocupación** como Iluminación, Bombas, Ascensores y Varios.

3.2. Cronograma de las obras de mejoría y evolución de las instalaciones

A continuación, se presenta el histórico de las evoluciones mayores que se han observado posterior a la realización de la auditoria energética que se detallaran en los siguientes capítulos.

Años de intervención		*2020*		*2021*	
Intervenciones		*1° Sem.*	*2° Sem.*	*1° Sem.*	*2° Sem.*
Sustitución de luminarias fluorescentes por tecnología LED.					
Desocupación del edificio anexo					
Renovación de ascensores	Desinstalación				
	Instalación				
Renovación de equipos de datacenters	Desinstalación				
	Instalación fase1				
	Instalación fase2				

3.2.1. Renovación de iluminación fluorescente por LED en el edificio anexo



Luminarias LED implementadas en el edificio anexo – Fuente: Visita técnica proyecto FASEP

La eficiencia de los sistemas de iluminación depende directamente de: tipo de luminarias, controles, densidad y niveles de iluminación. La iluminación LED ofrece:

- Mejora significativa del desempeño energético de los sistemas, puesto que son luminarias que consumen entre un 40-60% menos que las luminarias fluorescentes tradicionales
- Con la evolución de los mercados ahora son más asequibles, y representan una ventaja económica a corto plazo. Retorno de la inversión entre 2-4 años.

En el año 2017, se renovó la iluminación del edificio a principal a LED, quedando por intervenir el edificio anexo, el cual representaba el 38% de la iluminación total de las instalaciones.

En el año 2020, se sustituyó las luminarias fluorescentes en la torre anexa por iluminación LED. Así, se alcanzó el 100% de iluminación LED en las instalaciones. La implementación, está acompañada de una mayor sectorización de las luminarias y del uso de equipo de gestión de la iluminación.

<u>Retroalimentación del diseño de iluminación implementado</u>

3.2.1.1. Tipo de luminarias





(a) Luminarias fluorecentes T8 de68W antes de la intervencion	(b) Luminaria LED panle 60x60 de 40W

Luminarias en el edificio anexo – Fuente: Visita técnica proyecto FASEP

Las luminarias implementadas **consumen un 40% menos** que las luminarias del diseño anterior.



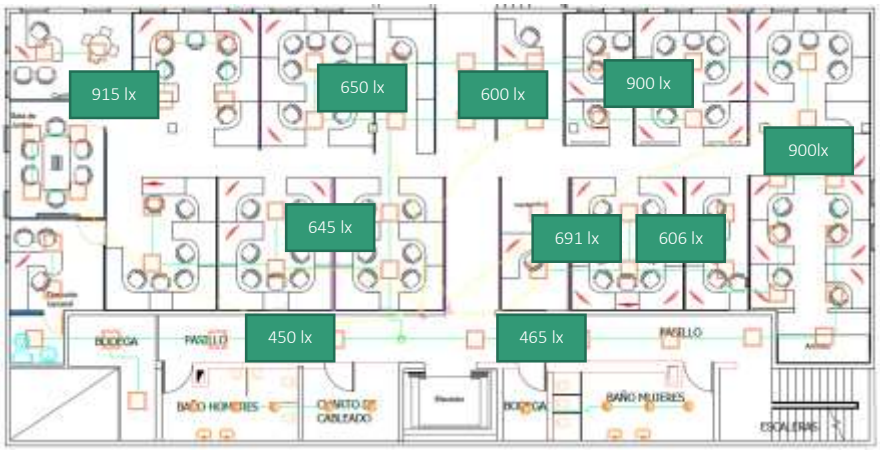
3.2.1.2. Sectorización y control

La sectorización permite optimizar el consumo de energía eléctrica por iluminación en función de la ocupación y del aprovechamiento de la iluminación natural, sin embargo, esta optimización depende directamente de la sensibilización y buenas prácticas de los usuarios.

Aún no se han implementado en las oficinas abiertas equipos de gestión de la iluminación.

En los pasillos del edificio anexo se implementaros sensores de presencia para cada luminaria, los cuales estaban operando de manera óptima durante el desarrollo de la visita.

3.2.1.3. Niveles de iluminación



Niveles de iluminación medidos durante la renovación de iluminación – Fuente: Visita técnica proyecto FASEP

Los niveles de iluminación oscilan entre los 600lx y los 900lx en las oficinas y entre los 400lx en los pasillos. Mediciones que se observaron en todos los niveles del edificio anexo.

Los niveles de iluminación se consideran altos ya que de acuerdo a estándares nacionales como RETILAP e internacionales como la Norma Europea EN12464-1, se recomienda para espacios de oficina tener niveles entre 300-750 lx, para circulaciones entre 50-150lx y para espacios como vestidores y baños entre 100-200lx.

Una estrategia para ahorrar energía y garantizar niveles de iluminación óptimos es lograr un rango entre los 300-400lx en oficinas y entre 50 y 100lx en circulaciones.

Debido al alto aprovechamiento de la iluminación natural, en un rango de horas del día y en determinadas zonas, los niveles son garantizados por la iluminación natural, de ese modo se recomienda, implementar mayor sensibilización de los usuarios, o implementar equipos de gestión de la iluminación, como se profundiza en la sección 5.

3.2.1.4. Densidad de potencia instalada

Al hacerse el cambio de luminarias fluorescentes por tecnología LED, se redujo la potencia de cada luminaria y el número de estas.

A continuación, se presenta la potencia instalada del **edificio anexo** antes y después de la renovación desde el piso 1 hasta el piso 4.

Edificio Anexo		
Potencia instalada antes de la renovación	Potencia instalada después de la renovación	Reducción
25 440 W	8 364 W	67 %

Con la potencia instalada y el número de horas de uso de las luminarias se puede estimar el consumo que la iluminación representa en la factura eléctrica

Por consiguiente, la reducción en los consumos por iluminación en el edificio anexo, bajo mismas condiciones de uso, antes y después de la renovación es del 67%. Lo que representaría en los consumos eléctricos globales de las instalaciones del MADS una reducción del 3,7%.

3.2.2. Desocupación del edificio anexo

En 2019 el edificio anexo de 4 pisos con 2 275 m2 era ocupado por la ANLA, a partir de abril de 2020, la ANLA entrego las instalaciones y el edificio empezó a ser desocupados, esto conllevo el retiro de algunos equipos como:

- Ofimáticos: 382 Computadores de escritorio, 17 portátiles, 8 Scanner, 19 impresoras, 1 Plotter,
- Datacenters y su respectivo aire acondicionado: Se renovaron los equipos y se reubicaron en el edificio principal (sección 3.2.4),



Oficinas del edificio anexo desocupadas – Fuente: Visita técnica proyecto FASEP



Obra de renovación de ascensores – Fuente: Visita técnica proyecto FASEP

3.2.3. Renovación de ascensores

En 2009 se implantaron 2 ascensores en el edificio principal y 1 en el edificio anexo, estos edificios implementaban la tecnología Gearless como reductor en la máquina de tracción.

En octubre se retiraron los ascensores antiguos y desde noviembre se encuentran realizando las obras para la renovación de los 2 ascensores correspondientes al edificio anexo. De igual manera estos equipos implementan la tecnología Gearless.

La tecnología Gearless corresponde al mecanismo de transmisión de potencia más eficiente implementado en el mercado actual de los ascensores. Esta tecnología corresponde a un motor síncrono dotado de imanes permanentes que carecen de reductor, lo que ayuda a que haya menos puntos con fricciones y logra un notable ahorro de energía.

Características técnicas e los ascensores en el edificio principal	
Antiguos	Nuevos
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.	Guearless 6,5 KW Maquina de Tracción GTW8-101P0, 7 paradas, sin cuarto de máquinas: CONTROL NOVA MCP-SW/F 2000, cabina para Max 14 personas.

Análisis del ahorro eléctrico por la renovación:

- Por la evolución de la tecnología y de acuerdo a las fichas técnicas de los equipos, **la potencia de la máquina de tracción** pasa de 17,1 kW a 6,5 kW, lo que **supondrá un ahorro en 62%** bajo mismas condiciones de uso en cuanto a los consumos de la máquina de tracción (Que se estima puede corresponder al **85% de los consumos totales del ascensor**),
- en cuanto a consumos control y en cabina (15% de los consumos totales del ascensor) se estima por la evolución de las tecnologías que el ahorro es del 50%.

El ahorro eléctrico sobre los consumos de ascensores en el edificio principal generado por la renovación de los ascensores corresponderá aproximadamente a un 60% bajo mismas condiciones de uso de los equipos. Lo que representaría en los consumos eléctricos globales de las instalaciones del MADS una reducción del 1,8%.

3.2.4. Renovación de equipos de datacenters

Por el proceso de desocupación del edificio anexo, lo correspondiente a servidores y UPSes del edificio anexo se trasladó al edificio principal.

- Por la obsolescencia de los equipos, Se retiraron o sustituyeron los equipos, ver tabla "*Equipos intervenidos en 2020*".
- Así, la entidad adquirió nuevos equipos que sustituyen los equipos antiguos y permiten aumentar tanto la disponibilidad como la capacidad de la infraestructura de TI ver tabla "*Equipos Adquiridos en 2020*".



Anterior cuarto de racks en el edificio ANEXO – Fuente: Visita técnica proyecto FASEP

Los equipos fueron seleccionados bajo criterios de eficiencia energética algunos como:

- Los "HPE 5945-4 Slot Switch" Mejora la eficiencia energética mediante el uso de los últimos avances en el desarrollo de silicio; cierra los puertos no utilizados y utiliza ventiladores de velocidad variable, lo que reduce los costos de energía.
- Los "ARUBA 2930M SWITCH " cuentan con compatibilidad de Ethernet de eficiencia energética (EEE) que reduce el consumo de energía de acuerdo con IEEE 802.3az y con certificaciones 80 PLUS Gold and Platinum Certified.

Cantidad	Equipo	Estado
2	Fortigate 800C	Sustituido
1	Fortimail 400C	Retirado
1	Fortisandbox	Retirado
1	FortiDB 3000D	Retirado
1	Fortianalyzer 200D	Sustituido
1	Fortigate 300C	Retirado
1	Nexus 7009	Sustituido
3	WS-3750-48PS-E	Sustituido
1	WS-3750-48PS-S	Sustituido
3	WS-3750G-48TS-S	Sustituido
1	NETGEAR24P-JF5524	Sustituido
1	TP-LINK-SG1024D	Retirado
1	TRENDNET TE100-S24	Sustituido
5	WS-3750X-48P-S	Sustituido
1	Exinda 4010	Retirado
1	Huawei-HG8245H	Sustituido
1	Router HPE MSR930	MSR930

Equipos intervenidos en 2020 – Fuente: MADS

Cantidad	Equipo	Estado	Capacidad
2	Fortigate 600E	Nuevo	Amplió
1	Fortianalyzer 200F	Nuevo	-
2	HPE 5945-4 Slot Switch	Nuevo	Amplió
6	Aruba 2930M 40G 8 HPE Smart Rate PoE+ 1-slot Switch	Nuevo	Amplió
16	Aruba 2930M 48G PoE+ 1-Slot SW	Nuevo	Amplió
1	Raisecom_RAX711-L	Nuevo	-
1	Router Cisco 1921	Nuevo	-

Equipos Adquiridos en 2020 – Fuente: MADS

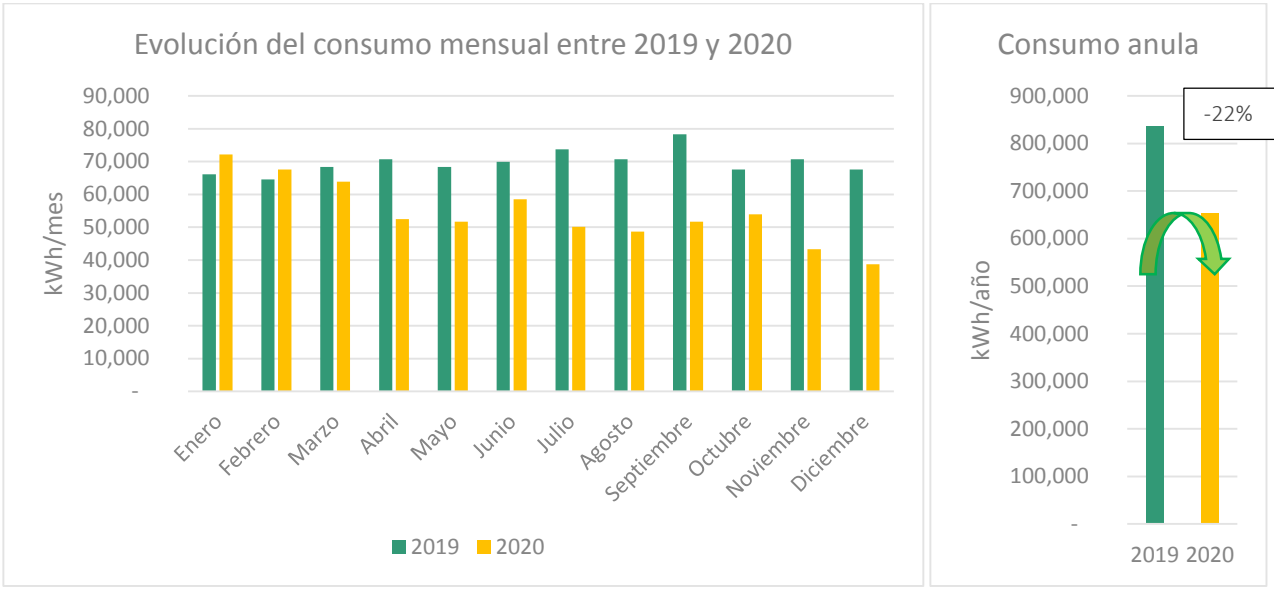
Al analizarse las fichas técnicas de cada una de los equipos retirados e implementados se observó un crecimiento en la potencia instalada de 12 kW en las instalaciones del MADS, lo que representa un incremento del 20% respecto a la potencia instalada observada durante el desarrollo de la auditoria.

El crecimiento de esta potencia instalada podría representar el aumento en un 6% de los consumos del edificio en el caso particular en que los equipos operen a máxima capacidad. Debido a que el edificio anexo se encuentra desocupado algunos de los equipos implementados se encuentran operando en estado Idle (inactivo) o en standby.

4. Revisión del desempeño energético

4.1. Evolución global de los consumos

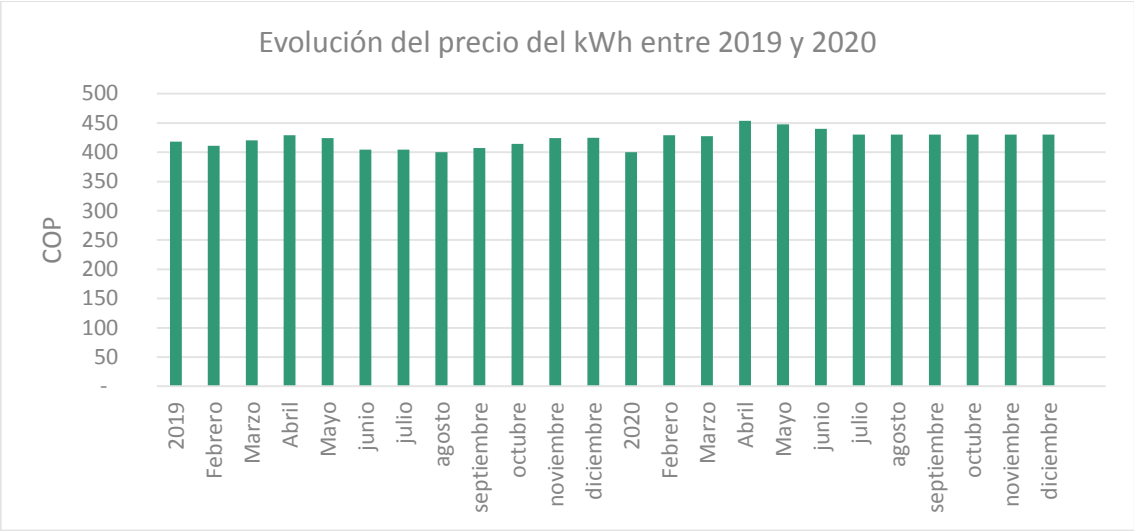
A continuación, se muestra el consumo energético entre 2019 y 2020. Esto permite identificar la evolución de los consumos, los ahorros generados consumos típicos y atípicos.



Datos de consumo eléctrico mensual y anual del edificio del MADS entre 2019 y 2020 – Fuente: MADS y TERAO

- Comparando los meses de enero y febrero, en 2020, se tuvo en promedio un incremento del consumo de aproximadamente el 7% en cada mes.
- En 2020, a partir de marzo se presentó una reducción representativa del consumo a causa de la desocupación en las instalaciones por la emergencia sanitaria.
- Entre abril y octubre la reducción de los consumos se mantuvo en promedio en un 25% respecto a los consumos de referencia del mes respectivo para 2019.
- **En noviembre y diciembre** se observó un descenso adicional al ocasionado por la desocupación de las instalaciones, que corresponde a al 12% y al 18% respectivamente del consumo promedio mensual de 2019. Esta reducción de los consumos puede ser **asociada al retiro de los equipos de datacenters y ascensores**.

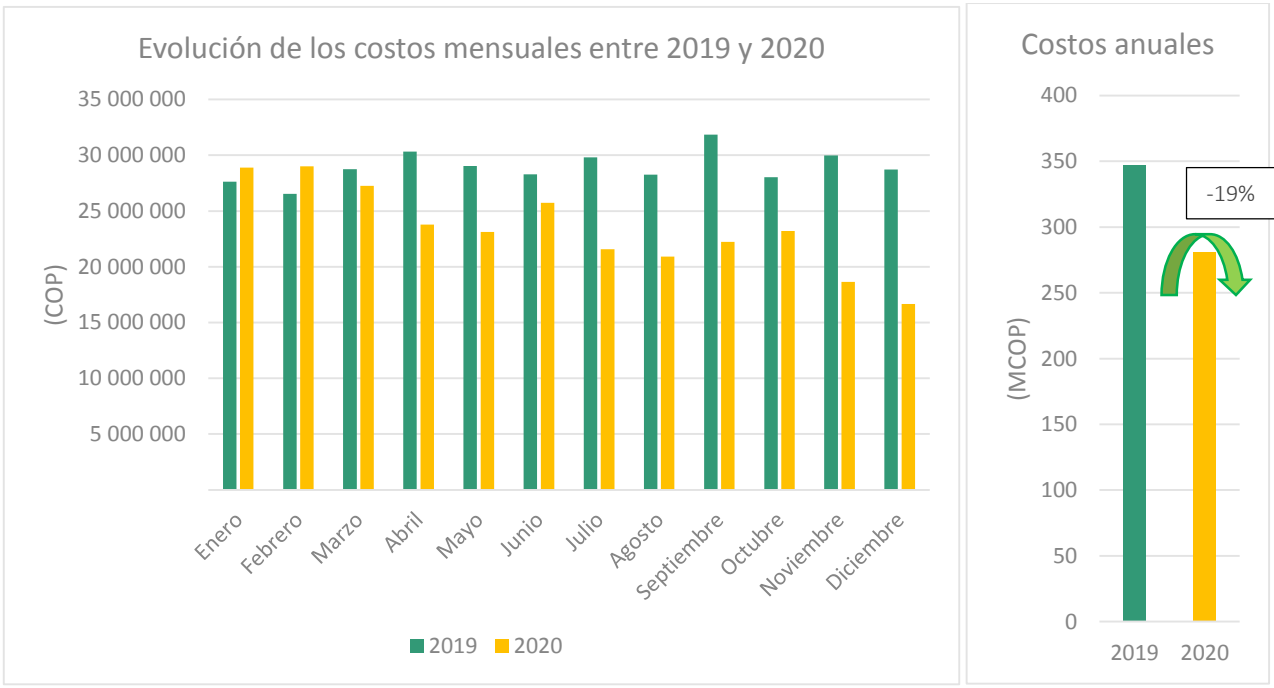
Entre 2019 y 2020 se redujeron los consumos en un **22%.** El valor anterior **no traduce un ahorro real por eficiencia energética entre 2019 y 2020 ya que el uso como la ocupación fue diferente**. En la sección 4.3 **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**se analizará el ahorro energético bajo usos similares.



Datos del precio del kWh para 2019 y 2020 – Fuente: MADS y TERAO

- **El precio promedio del kWh** para **2020 fue 432 COP, creció un 4% respecto** a 2019 que fue 415COP.
- El valor mínimo en este periodo de tiempo fue de 400 COP en enero de 2020 y el valor máximo de 454 COP en abril de 2020.

Dada fluctuación y crecimiento del precio del kWh, **se hace muy importante la implementación de estrategias de ahorro de energía y/o alternativas para la mejora del precio del kWh como FNCE.**

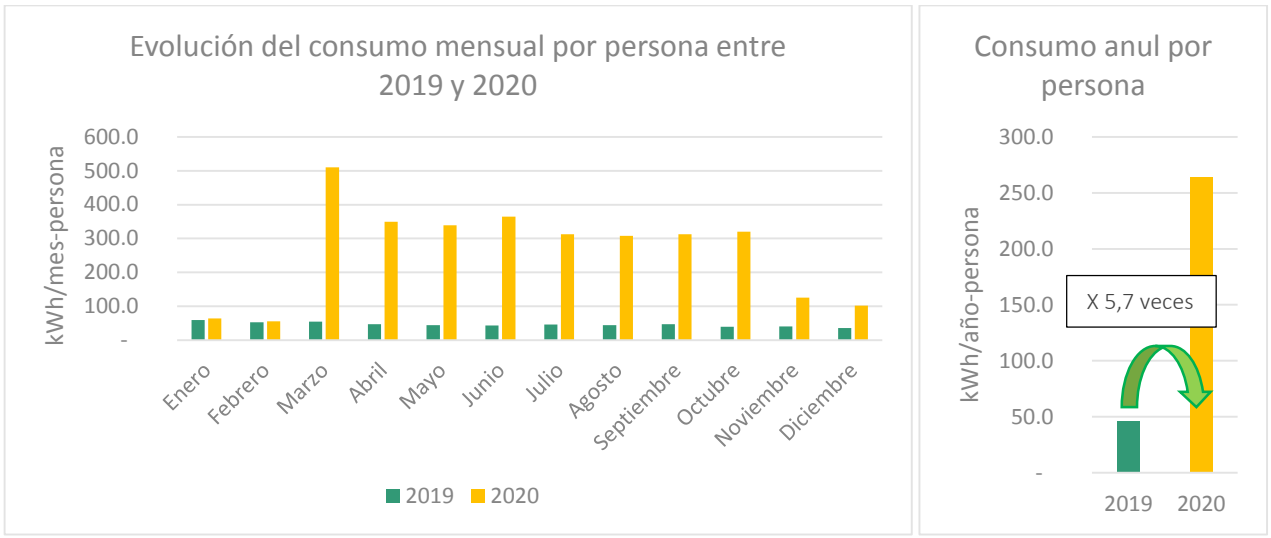


Datos de los costos de energía eléctrica del edificio del MADS– Fuente: MADS y TERAO

- Con la reducción del 22% consumos entre 2019 y 2020**, la reducción de los costos anuales fue del 19% a causa del aumento del precio kWh.**

4.2. Evolución de los consumos en función de la ocupación

Así, el siguiente grafico presenta la evolución de los consumos en función de la ocupación en las instalaciones del MADS.



Evolución de los consumos por persona entre 2019 y 2020– Fuente: TERAO

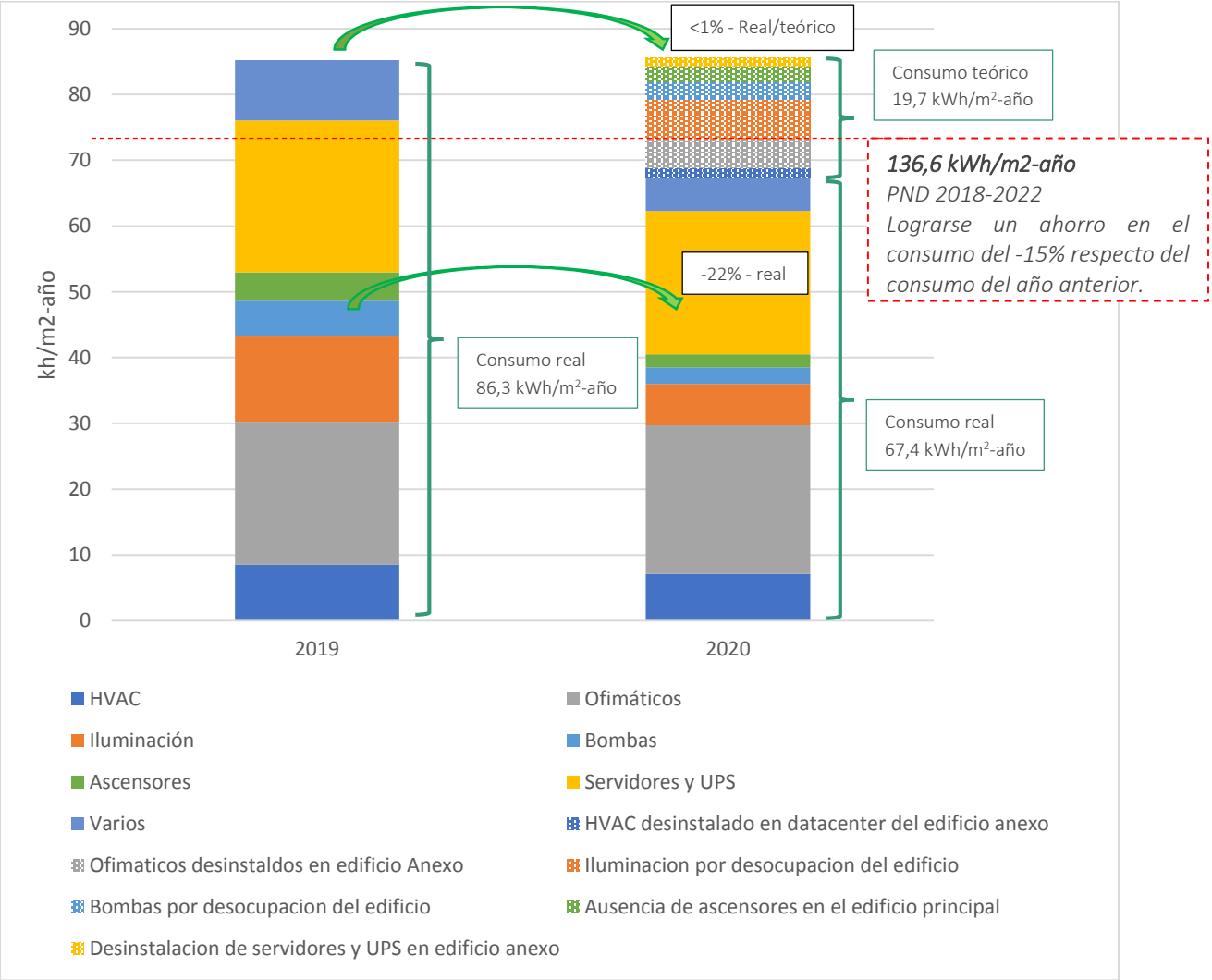
*Para el registro de ocupación se utilizó el registro de ingresos al edificio para 2019 y para 2020 intercambios con los interlocutores.
*Para los consumos se consideró los registros de facturas eléctricas.

- La grafica permite observar que existen muchos consumos de las instalaciones que son independientes de la ocupación como:
  - Servidores y UPS,
  - Ofimáticos, debido a que los equipos permanecen encendidos para que los funcionarios puedan conectarse en modo remoto,
  - HVAC, estos sistemas operan 24/7 para los datacenters.
  - Existen equipos como televisores, impresoras, plotters, equipos de audio y video, entre otros que mantienen un consumo en reposo, por lo que en estos grandes momentos de desocupación se recomienda desconectarlos.
- La grafica permite observar que ante la ausencia de los funcionarios en las instalaciones la reducción de los consumos no fue representativa. Y los consumos por ocupante se comportan ineficientes, algunas causas son:
  - Un alto porcentaje de las torres de los equipos ofimáticos permanecen encendidas por la noche.
  - Oficinas abiertas ocupadas por 1-2 personas requieren de activar la iluminación necesaria para 10 personas.
    Adicionalmente se podría fortalecer la sensibilización para aprovechar más la luz natural y apagar la iluminación innecesaria.
  - Los ascensores aun cuando no están siendo ocupados, mantienen un consumo constante en la cabina.
- Los consumos por persona en el año 2020 son 5,7 veces los del año 2019.

4.3. Análisis teórico de los consumos tomando en cuenta la evolución del edificio

En el siguiente grafico se observa la distribución y evolución de consumos en kWh/m2-año según el uso de la energía entre los años 2019 y 2020.

Debido a la emergencia sanitaria, entre 2019 y 2020, no se están comparando cosas equivalentes por la alta desocupación que se presentó en el año 2020. Por consiguiente, se lleva a cabo un análisis real y otro teórico.



Distribución de consumos 2019 y 2020 – Fuente: TERAO

Hipótesis del gráfico:
-El consumo total real para los años 2019 y 2020 se hace mediante el registro histórico de consumos con las facturas de electricidad.
-El uso de la energía y el consumo teórico se estima mediante, la línea base del año 2019, modelos energéticos y la evolución del edificio (visita técnica en sitio e intercambios con interlocutores donde se identificó las zonas y horarios de uso de las instalaciones):

Los ahorros ocasionados por las obras de eficiencia energética implementadas a finales de 2020 y en desarrollo como renovación de **iluminación**, de **asesores** y de equipos **servidores y de UPS** se verán representadas en los consumos del año 2021, y serán analizados en un segundo informe de evolución del desempeño energético que será desarrollado por TERAO.

4.3.1. Análisis del gráfico-Repartición de los consumos reales:

- Los consumos de **iluminación** tuvieron una reducción significativa (52%) **a causa de la desocupación** la reducción de los consumos por implementar iluminación LED no alcanzar a observase o ser representativos en 2020 ya que la renovación fue a finales de dicho año.

- **La reducción de los consumos de ascensores fue del 54%, a causa de la desinstalación de estos en el segundo semestre de 2020**.
- Los consumos de **Ofimáticos** no presentaron gran variación. Aunque se desinstalaron los equipos del edificio anexo, las CPU de un gran porcentaje de los equipos del edificio principal permanecían encendidas en horarios de la noche.
- Se desinstalaron un alto porcentaje de equipos de **aire acondicionado y servidores** sin embargo las intervenciones fueron a finales de 2020 por lo que la reducción en os consumos globales de dicho año es pequeña.
- Los consumos para **bombas** tuvieron una reducción del **52% a causa de la desocupación.**

Se recomienda **identificar equipos que tienen consumo en reposo representativo** que puedan ser desconectados en periodos de desocupación como en las noches, fines de semana y vacaciones. Equipos como: **Televisores e impresoras principalmente**, dispensadores de alimentos, secadoras de manos, hornos microondas, entre otros.

La meta del PND (Plana Nacional de Desarrollo) 2018- 2022 establece lograr una **reducción de los consumos del 15% respecto al año anterior**, al comparar los consumos reales entre 2019 y 2020 se observa una reducción de los consumos del 22%. Sin embargo, el valor anterior no traduce un ahorro por eficiencia energética.

A continuación, se analizará el impacto de la evolución del ahorro energético comparando usos similares entre el 2019 y el 2020.

4.3.2. Análisis del gráfico-Repartición de los consumos reales + consumos teóricos:

Por las evoluciones que ocurrieron entre 2019 y 2020

- **Por la desocupación** de las instalaciones a causa de la pandemia se redujo lo consumos de **Iluminación, bombas, ascensores**, en la gráfica anterior, se representan los consumos teóricos para cada uno de estos usos de la energía bajo la hipótesis de que el edificio hubiera operado bajo la misma ocupación que en 2019.
- **Debido a que la ANLA ya no utiliza las instalaciones** del edificio anexo en el MADS, se retiraron equipos de las instalaciones tales como **ofimáticos, servidores y UPSes, aire acondicionado**, lo que impacto los consumos globales de las instalaciones.
  Se representan los consumos teóricos para cada uno de estos usos, bajo la hipótesis de que el edificio anexo hubiera operado de forma habitual como en 2019.
- Puesto que en octubre de 2020 **se desinstalaron los ascensores del edificio principal**, se estimó el consumo teórico si estos hubieran operado todo el 2020, bajo las mismas condiciones de uso que en 2019.

Comparando los consumos de 2020 bajo las mismas características de uso de 2019 (teniendo en cuenta los consumos de AA, iluminación, ofimáticos, etc.), las instalaciones no generan una **variación** representativa **(inferior al 1% respecto al año anterior).**

4.4. Análisis costo beneficio

Parámetro	Implementación de luminarias LED en el edificio anexo		
Objetivo	Mejorar la eficiencia en iluminación, alcanzando el 100% de luminarias de alta eficiencia.		
Ahorro al cabo de 1 año	13,2 MCOP		
Ahorro al cabo de 10 años	159,6 MCOP[1]		
Costo	130,2 MCOP	Retorno	8,5 años
Impacto ambiental	**Al cabo de 10 años**, se habrá dejado de emitir **117 TCO_2**, el equivalente a plantar 56 árboles para depurar dicha cantidad de CO2 en estos 10 años.		

Comentarios / análisis

Se renovó la iluminación total del edificio anexo.

- Con luminarias que consumen un 40% menos que las sustituidas.
- disminuyendo el número de luminarias,
- Manteniendo una sectorización eficiente, que puede ser mejorada pensada en un mayor aprovechamiento de la iluminación natural,
- Se mantuvieron niveles de iluminación muy altos (600-900lx en oficinas), Una estrategia para ahorrar energía y garantizar niveles de iluminación óptimos es lograr un rango entre los 300-400lx en oficinas y entre 50 y 100lx en circulaciones.



Parámetro	Implementación de equipos de AA con categoría energética clase C		
Objetivo	Implementación de ascensores de alta eficiencia.		
Ahorro al cabo de 1 año	6,6 MCOP		
Ahorro al cabo de 10 años	89,0 MCOP[1]		
Costo	712,1 MCOP	Retorno	>10 años
Impacto ambiental	**Al cabo de 10 años**, se habrá dejado de emitir **58 TCO_2**, el equivalente a 580 viajes en avión Bogotá - Medellín.		

Comentarios / análisis

Es importante recordar que la vida útil de un ascensor oscila entre los 20 y los 30 años, los ascensores del MADS fueron implementados en el año 2019 (12 años de uso al 2021) por lo que aun contaban con algunos años más de buen funcionamiento.

Los ascensores antiguos contaban con una muy buena tecnología, que generaban consumos eficientes a los observados comúnmente en el mercado, aun así, los ascensores nuevos, implementaban la misma tecnología de los antiguos (Gearless), con mejoras en el consumo de acuerdo a la evolución de las tecnologías.

Con la implementación de estos asesores se logra la reducción de los consumos en un 60%.



[1] Para cálculo de los ahorros a largo plazo se consideró el precio del kWh en 2020 y un aumento anual del 4% para los años posteriores.

[2]Las estrategias fueron implementadas a afínales de 2020 o están en proceso de implementación. Los ahorros reales no pudieron ser identificados en este seguimiento y serán reportados e identificados en una nueva versión del presente informe.

De acuerdo al análisis teórico del costo beneficio se estima que la renovación de iluminación y de ascensores representaría una **reducción del consumo total en las instalaciones del 5% respecto a 2019**, bajo mismas condiciones de uso.

5. Profundización de otras estrategias de mejoría

1- Implementación de paneles fotovoltaicos

Oportunidad: ★★★★☆

Planificación de Trabajo: Inmediata

Resumen de la propuesta de mejoría

De acuerdo a intercambios con los interlocutores, dentro de los objetivos de la alta gerencia en la entidad y particularmente del Ministro de Ambiente, está la implementación de paneles fotovoltaicos.

Ya que siendo una de las entidades públicas de mayor representación a nivel nacional en temas de buenas prácticas ambientales y energéticas, están motivados por contribuir con el ejemplo y promover este tipo de soluciones en el mercado nacional.

De ese modo, por medio del proyecto FASEP se coordinó una visita técnica con una empresa especialista en el sector de las energías renovables y puntualmente en energía solar, que le permitiera al MADS profundizar la estrategia, identificar un potencial e iniciar el proceso de conceptualización para la implementación del sistema.







La visita técnica permitió abordar e identificar aspectos que le permitieran a la empresa especialista realizar una cotización del costo de implementación. Algunos de los aspectos que se evidenciaron fueron:

- Ambiciones del MADS: Se manifestó el alto interés por la implementación del sistema, en el que se pueda tener la mayor cobertura en función de los criterios de eficiencia, como limitar la sobreproducción de energía (inyección a la red), retorno de la inversión, entre otros.

- Áreas disponibles:
  - Se descartaron espacios como parqueaderos abiertos, corredores y la terraza de la cafetería (piso 5) por los sombreamientos y que la infraestructura existente no facilita el montaje de la planta.
  - En primera medida se estudiara el potencial de la terraza del piso 6 y de ser necesario se analizara la terraza del edificio anexo.
  - Para la terraza del piso 6 se llevara a cabo 2 análisis, uno considerando los paneles anclados a la terraza, y otra con un sistema de pérgola solar. Algunas de las diferencias entre estos dos sistemas son:

Aspecto	Paneles sujetados a la cubierta	Paneles instalados sobre pérgola
Fotografía[1]		
Costo	Se reducen costos de implementacionprincipalmente por a estructura metaliza.	El costo aumenta, por la necesidad de estructura metaliza, diseño, transporte y asociados.
Mantenimiento	Se dificulta el manteniéndote, por que se deben desanclar los paneles en algunos procesos de mantenimiento.	Se tendría acceso con facilidad a las partes de los paneles
Espacio	Limitan el aprovechamiento de los espacios para otros usos	El espacio donde se implementan los paneles se benefician de sombreamientos y puede se mantiene un alto porcentaje de aprovechamiento del espacio.
Numero de paneles	Debido a que se requieren espacios para transitar y realizar el manteamiento de los paneles se limita el número de paneles implementados en un área	El área puede ser optimizada para implementar el mayor número de paneles.

[1] Fuente- https://www.greenyellow.co/nuestros-proyectos/

- Sombreamientos sobre las zonas aprovechables: Existen sombreamientos en
- Distancia desde la planta hasta la acometida del sistema a la red del edificio: Se identificó el posible trayecto de la red eléctrica desde la planta hasta la subestación, donde se propone la acometida.
- Otras identificadas por la empresa especialista.

Costos y retorno

Comentarios:

El análisis del costo, retorno y beneficio esta en desarrollo por la empresa Green Yellow.

2- Implementación de medidores inteligentes.

Oportunidad: ★★★★☆

Planificación de Trabajo: Mediano plazo

Resumen de la propuesta de mejoría

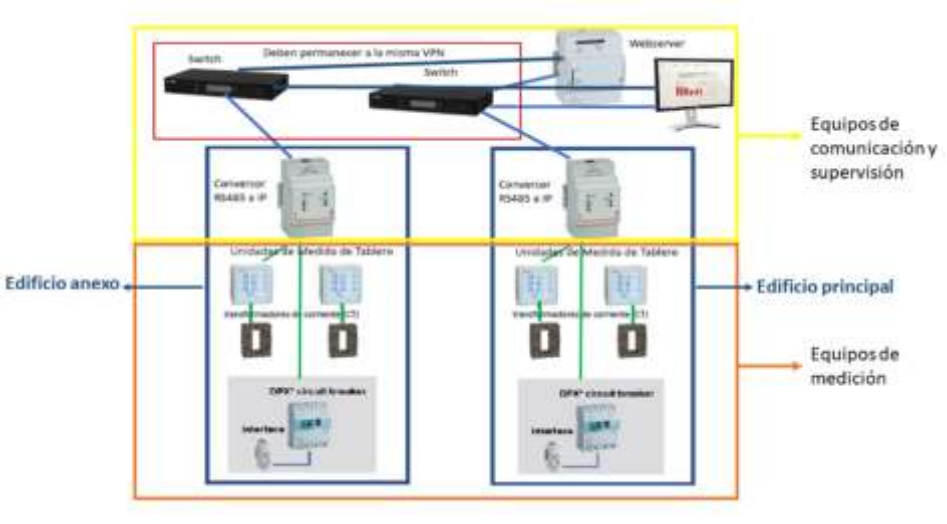
Los medidores inteligentes reportan los consumos por intervalos de tiempo establecidos por el usuario.

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 de consumo para identificar el consumo eléctrico por cada uso de la energía según la distribución de la subestación. Permitiendo identificar el lugar en el que se esté consumiendo energía de manera inadecuada.

Los dispositivos son una herramienta que la administración del edificio puede 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.



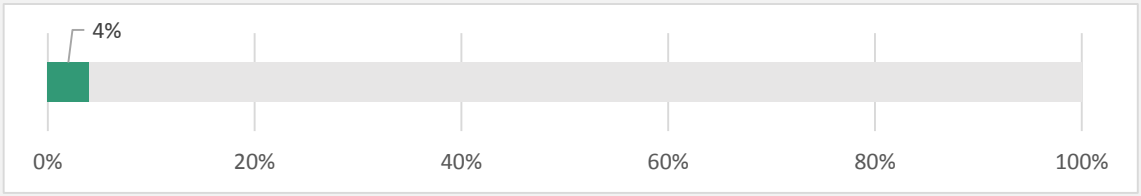
Esquema de la solución de sistema de medición y monitoreo planteada por LEGRAND. Fuente: LEGRAND

La solución estudiada por LEGRAND se compone de equipos de medición, 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: 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: Sirven para realizar conexiones de los equipos (cables y fuentes de alimentación).

Ahorros	
Ahorros financieros por año:	**13 742 400 COP/año**

Ahorros sobre: **CONSUMOS TOTALES**



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

Comentarios:
Según empresas comercializadoras de estos equipos y que gestionan la información obtenida, implementar esta estrategia podría alcanzar entre un 10-15% de ahorro sobre los consumos totales del edificio.

Hacer monitoreo y seguimiento de los consumos permitirá identificar posibles sobreconsumos a causa del uso de los equipos y actuar sobre ellos. Se estima un ahorro del 4% sobre los consumos globales tomando un valor de referencia conservador.

El éxito de esta estrategia depende de los análisis y estrategias que se apliquen por parte del equipo técnico y de administración 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	Cant.	Precio Unitario	Total
Equipos de gestión y monitoreo para los dos edificios de la entidad	1	39 500 000	39 500 000
Implementación	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

6. Conclusión y Próximos pasos

De acuerdo al resumen de auditoria energética del año 2020 existe un potencial de mejoramiento de los consumos eléctricos de las instalaciones del MADS respecto a otros indicadores como previas auditorías para la misma tipología y en la misma zona climática.

Al comparar los consumos reales entre 2019 y 2020 se observa una reducción de los consumos eléctricos del 22%. Sin embargo, el valor anterior no traduce un ahorro por eficiencia energética ya que el uso de las instalaciones a causa de la emergencia sanitaria fue diferente.

Comparando los consumos de **2020 bajo las mismas características de uso de 2019** (teniendo en cuenta los consumos de AA, iluminación, ofimáticos, etc.), las instalaciones no se genera una **variación** representativa de los consumos eléctricos **(inferior al 1% respecto al año anterior).**

Los ahorros ocasionados por las obras de eficiencia energética implementadas a finales de 2020 y en desarrollo como **renovación de iluminación, de asesores** y de equipos **servidores y de UPS se verán representadas en los consumos del año 2021**, y serán analizados en un próximo informe de evolución del desempeño energético que será desarrollado por TERAO.

De acuerdo al análisis teórico del costo beneficio se estima que la renovación de iluminación y de ascensores representaría una reducción del consumo total en las instalaciones del 5% respecto a 2019, con un retorno de 8,5 años y >10años respectivamente bajo mismas condiciones de uso.

Se requeriría de la implementación de nuevas estrategias de mejoría como la implementación de paneles fotovoltaicos que permitan lograr un mayor ahorro respecto a 2019 **para cumplir con las metas del PND 2018-2022.**

TERAO brindará apoyo técnico a la entidad con la profundización y/o implementaciones de **nuevas estrategias** que permitan **alcanzar las metas planteadas en el PND 2018-2022**, mejorar el desempeño energético y/o el confort de las instalaciones.

7. Presentación de TERAO

