



Un mundo sostenible no será posible sin ustedes
Nosotros les ayudamos



Financiado por
la Unión Europea



EUROCLIMA+ _ Argentina

Reporte de Auditoría Energética - Palacio Municipal de Caseros – V.1

Municipalidad de Caseros (Entre Ríos)

03/05/2023

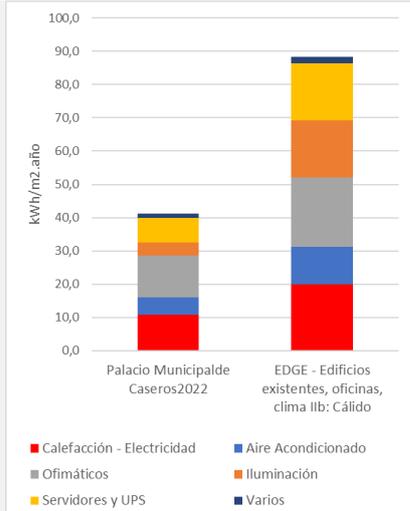
Referencia	TR20IN077_Euroclima+_RAMCC-Caseros_AuditoríaEnergética- V.1	
Distribución	TERAO, AFD, RAMCC, Caseros	
Versión - Fecha	V.1	03/05/2023
Redactado por	Andrés Meneses	
Validado por	Camille Cuvillier	
Histórico de las versiones	NA	



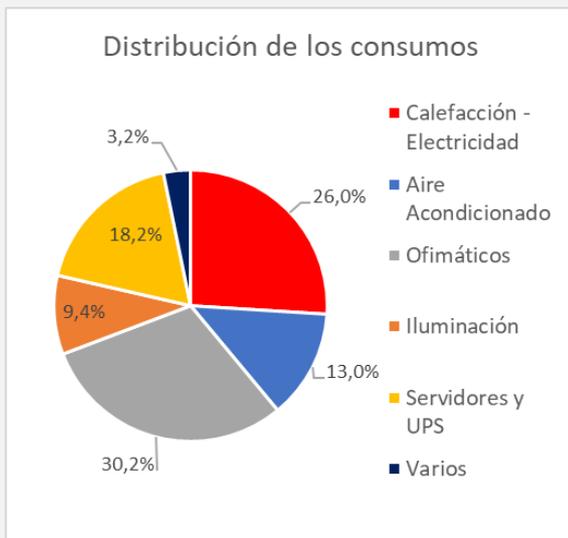
Resumen ejecutivo

Datos administrativos	El edificio
<p>Dirección: Calle 23 N° 456, Caseros, Entre Ríos</p> <p>Fecha de construcción: Última remodelación en 1979.</p> <p>Tipo: Oficinas.</p> <p>Superficie: 324,6m².</p> <p>Ocupación: ~17 trabajadores en el edificio.</p> <p>Obras y renovaciones más relevantes:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Transición progresiva a LED. - Implementación/renovación mini-splits. 	
Características Bioclimáticas	Equipos técnicos
<p>Contexto térmico:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Zona térmica IIb: Cálido, - Los vientos provienen del Este. <p>Comportamiento térmico:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Necesidades normales de calefacción y pocas necesidades de refrigeración. - Ocupación de lunes a viernes entre las 7-13h. - Ya que las temperaturas más altas se alcanzan a las 17:00 y que el clima en verano es ligero, se puede limitar el uso de AA. <p>Orientaciones de las fachadas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Orientación Este/Oeste, limita el aprovechamiento de la iluminación natural y el desempeño energético. - Se cuenta con cortinas interiores y exteriores como protección solar, pero es importante sensibilizar sobre el uso adecuado para no limitar la iluminación natural. - La ventilación natural es una importante alternativa para evitar el uso del aire acondicionado <p>Envolvente:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Bajas propiedades térmicas en envolvente: Muros, cubierta y ventanería. Ocasionalmente altos consumos energéticos. Se espera mayor impacto si se interviene la cubierta. <p>El edificio tiene una ocupación Densa:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Implica espacios más sensibles a ganancias de calor y mayor necesidad de renovación de aire. <p>Temperaturas y confort:</p> <ul style="list-style-type: none"> - En invierno, se recomienda usar la calefacción a 21°C para ahorrar energía. En verano, se recomienda operar el AA entre 26°C y 27° (con ventiladores). <p>Sensibilización a la Eficiencia energética</p> <ul style="list-style-type: none"> - Actualmente no hay campañas de sensibilización y no existen manuales de mantenimiento/operación. Son una palanca para ahorrar energía. 	<p>Iluminación</p> <ul style="list-style-type: none"> - El 91% de la iluminación es tecnología LED eficiente - El 39% de las oficinas tiene niveles de iluminación mayores a 400lx: ocasiona mayor consumo y/o cansancio visual (Se recomienda 300-400 lx promedio). - Densidad de iluminación eficiente (2,9W/m²). - Poca gestión/control de la iluminación. Los sensores de presencia/luz día son una palanca de ahorro. <p>Calefacción</p> <ul style="list-style-type: none"> - El 88% del edificio tiene calefacción eléctrica por mini-split, se usa alrededor de 4 meses al año. - Equipos individuales y eficiencia aceptable. - La calefacción eléctrica se controla individualmente. Se piden temperaturas de 21-24°C, pueden optimizarse para ahorrar energía, se recomienda 21°C. <p>Aire Acondicionado (AA)</p> <ul style="list-style-type: none"> - El 91% del área usa AA, se usa pocas semanas al año. - Las temperaturas seleccionadas son entre 21 y 25°C, en algunas zonas se puede optimizar, se recomienda 26°C. <p>Hay AA y calefacción con R-22: son equipos antiguos, afectan la capa de ozono y de muy baja eficiencia.</p> <p>El clima y las mediciones realizadas, muestran que reducir o evitar el uso de AA puede alcanzarse fácilmente con medidas pasivas como aislamiento de la cubierta y/o optimización de la ventilación. El aislamiento en la cubierta también tendría un impacto muy positivo en el consumo de calefacción.</p> <p>Ofimáticos y servidores</p> <ul style="list-style-type: none"> - 90% de los computadores son de torre. Se sugiere sensibilizar para que los equipos activen modos de ahorro de energía y privilegiar el uso de portátiles en futuras renovaciones. - Durante la visita había equipos sin uso y encendidos. Se recomienda sensibilizar y activar configuraciones de ahorro de energía, como apagado de pantalla y suspendido del equipo. - En cuarto de racks se piden 24°C en el AA, según estándares se puede usar 26°C y ahorrar energía.

Distribución del consumo



Consumo del edificio vs otros indicadores – Fuente: EDGE, diagnóstico del edificio, TERAO.



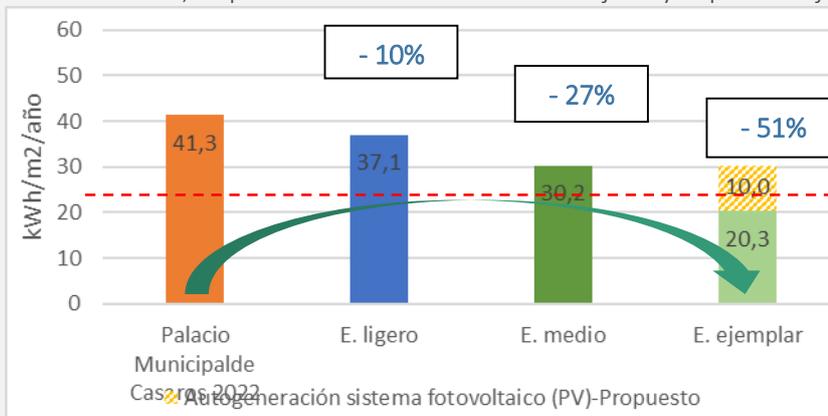
Distribución de consumos anuales – Fuente: Facturas, diagnóstico del edificio, TERAO.

Análisis – Costos y consumos

- El edificio presenta un consumo energético de 41,3 kWh/m2/año, lo que se considera eficiente. Equivale a la mitad del consumo registrado en los edificios EDGE de la misma tipología y en el mismo clima.
- Entre 2019 y 2022 el consumo energético creció 2,4 veces principalmente por la implementación de nuevos equipos de climatización y mayor uso de los mismos.
- Ofimáticos es el 30,2% del consumo total y el mayor uso de energía. Es alto porque hay mayor densidad de equipos de torre que consumen mucha más energía que los portátiles. Las estrategias sobre estos equipos tendrán buen desempeño energético.
- La calefacción y el aire acondicionado representan el 26% y 13% del consumo energético final total. Se identifica una alta oportunidad para reducir o evitar su uso mediante sensibilización y medidas pasivas
- La iluminación es el 9,4 % del consumo total, es eficiente por aprovechamiento de iluminación natural, hay buena sectorización y se ha avanzado significativamente en la transición a iluminación LED.
- El costo de la energía aumenta considerablemente cada mes principalmente por temas de inflación. Se tomará como referencia el precio de la energía de Dic 2022 de 27,2 ARS.
- De acuerdo a la Agencia para la Energía- ADENE, de la cual hace parte la RAMCC y así Caseros, para 2030 se tiene el objetivo de reducir el consumo energético final en un 40%. Se tendría una meta de 24,8 kWh/m2/año. Se requieren esfuerzos importantes para lograrlo.

Escenarios de ahorro de energía

A continuación, se presentan los escenarios de mejoría y el porcentaje de ahorro energético asociado.



24,8 kWh/m2/año
Objetivo 2030, Agencia para la Energía- ADENE
Reducir el 40% de la energía utilizada.

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

Nota: En el escenario ejemplar se reduce el consumo del sistema interconectado en un 24% por energía fotovoltaica (PV) y 27% por eficiencia energética (EE), reduciéndose a 15,2 kWh/m2/año.



Estrategias de ahorro de energía									
	Propuestas de Mejoría	Ahorro económico (ARS/año)	Ahorro energético (kWh/Año)	Ahorro ambiental (kgCO2/año)	Inversión	Oportunidad	Escenario ligero	Escenario medio	Escenario
1	Buenas prácticas en uso de equipos Ofimáticos y en temperaturas en cuartos de Racks.	17 300	638	260	--	★★★★★			
2	Programa de sensibilización para el manejo de las temperaturas de uso de los equipos de calefacción y AA.	20 500	753	307	--	★★★★★			
3	Cambio de luminarias fluorescentes por tecnología LED y optimización de los niveles de iluminación e implementación de sensores de presencia.	3 500	130	53	\$	★★★★★			
4	Implementación de equipos de gestión de la iluminación: sensor de presencia y luz día.	7 700	284	116	\$	★★★★★			
5	Optimización de los mecanismos de ventilación para evitar el uso de AA en verano.	10 200	374	152	\$	★★★★★			
6	Implementación de aislamiento térmico en la cubierta.	48 300	1 774	722	\$	★★★★★			
7	Implementación de paneles fotovoltaicos en cubierta para cubrir el 24% del consumo eléctrico.*	88 100	3 240	1 319	\$	★★★★★			

*LA energía producida por la planta corresponde a 5400kWh, sin embargo, solo podrá utilizar el 60% de esta producción que corresponde al 24% del consumo total del edificio, debido a que en horas de la tarde y fines de semana cuando el edificio está desocupado, la planta produce más de lo que el edificio está consumiendo y por tanto la energía es entregada a la red. Durante el proceso de implementación se deberán hacer los trámites necesarios para que esta energía sea vendida a la entidad comercializadora del servicio. El ahorro económico no incluye los pagos generados por la venta de esta energía.

Escenario	Ahorros financieros (ARS/año)	Ahorros energéticos (kWh/año)	Ahorros GEI (kgCO2/año)
Ligero	37 692	1 386	37 692
Medio	97 891	3 599	97 891
Ejemplar	186 019	6 839	186 019

Índice

.....	1
Resumen ejecutivo.....	3
1. Introducción.....	8
1.1. Contexto.....	8
1.2. Etapas de la auditoria energética.....	8
1.3. Limitaciones de la recopilación de información.....	8
1.4. Síntesis de la metodología.....	10
2. Datos Generales.....	12
2.1. Ubicación y datos generales del proyecto.....	12
2.2. Evolución del edificio.....	13
2.3. Clima.....	14
3. Características bioclimáticas.....	19
3.1. Enfoque bioclimático.....	19
3.2. Características de la envolvente.....	21
3.3. Estanqueidad del aire.....	22
3.4. Ventilación natural.....	22
4. Uso del edificio.....	24
4.1. Ocupación del edificio.....	24
4.2. Equipos ofimáticos.....	25
4.3. Sensibilización de los usuarios.....	26
4.4. Mantenimiento del edificio.....	26
4.5. Condiciones de confort.....	26
5. Equipos técnicos.....	30
5.1. Sistema eléctrico.....	30
5.2. Iluminación.....	30
5.3. HVAC: Calefacción, Ventilación y Aire acondicionado.....	33
5.4. Plomería.....	35
5.5. Otros equipos.....	36
6. Análisis Energético.....	37
6.1. Facturas y análisis de los consumos reales.....	37
6.2. Punto de referencia.....	38
6.3. Distribución de consumos.....	40
7. Plan de eficiencia energética.....	42



7.1.	Resumen de las propuesta y priorización de las mejoras	43
7.2.	Descripción de las acciones de renovación	44
8.	Anexos.....	58
8.1.	Trayectoria del sol	58
8.2.	Equipos de medición	59
8.3.	Zonas de confort	60
8.4.	Mediciones de temperatura y humedad relativa	62
8.5.	EDGE	63
8.6.	Designación de áreas para la auditoria	64
8.7.	El Equipo	65
9.	Présentation de TERAO	66



1. Introducción

1.1. Contexto

El presente estudio se realiza en el marco del programa EUROCLIMA+ financiado por la Unión Europea

Este proyecto tiene como uno de los beneficiarios locales, la Red Argentina de Municipios frente al Cambio Climático-RAMCC. La RAMCC es una entidad que agrupa a más de 270 municipios y comunas en Argentina, coordina e impulsa planes estratégicos para hacer frente al cambio climático.

El municipio de Caseros hace parte de la RAMCC. En el marco del programa de cooperación se beneficia de la realización de una auditoría energética liderada por TERAO acompañados de la RAMCC.

TERAO es una empresa francesa con más de 30 años de experiencia asesorando proyectos que valorizan un alto desempeño ambiental, la eficiencia energética, el confort y la salud de sus ocupantes.

1.2. Etapas de la auditoría energética

Etapas	Fecha o periodo
Contactos preliminares	enero de 2023
Reunión de inicio	15 de febrero de 2023
Recopilación de información	Enero-febrero del 2023
Visitas técnicas, mediciones en el edificio e intercambios con los usuarios	15 de febrero de 2023
Análisis y diagnóstico	marzo de 2022
Propuestas de primeras acciones de mejoramiento	abril de 2022
Reporte	abril de 2022
Reunión de presentación	Por definir

Los actores de la auditoría energética son:

- Responsable de la auditoría por parte del cliente: Ramón Cornejo Intendente Municipio de Caseros.
- Interlocutor para los intercambios sobre la auditoría por parte del cliente:
 - María Laura Stur
 - Flor Dimier
- Responsable de la auditoría por parte de TERAO: Camille Cuvillier.
- Desarrollo técnico del proyecto TERAO: Andrés Meneses.
- Acompañamiento RAMCC: Germán Benaghi.

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 y
- presentar estrategias de ahorro que se ajusten a las necesidades del proyecto.

La información recopilada está completa y nos permitió tener un buen conocimiento general del edificio.

Durante la etapa de recopilación de información, pudimos conseguir por medio de la visita técnica y comunicación por correo los siguientes elementos:



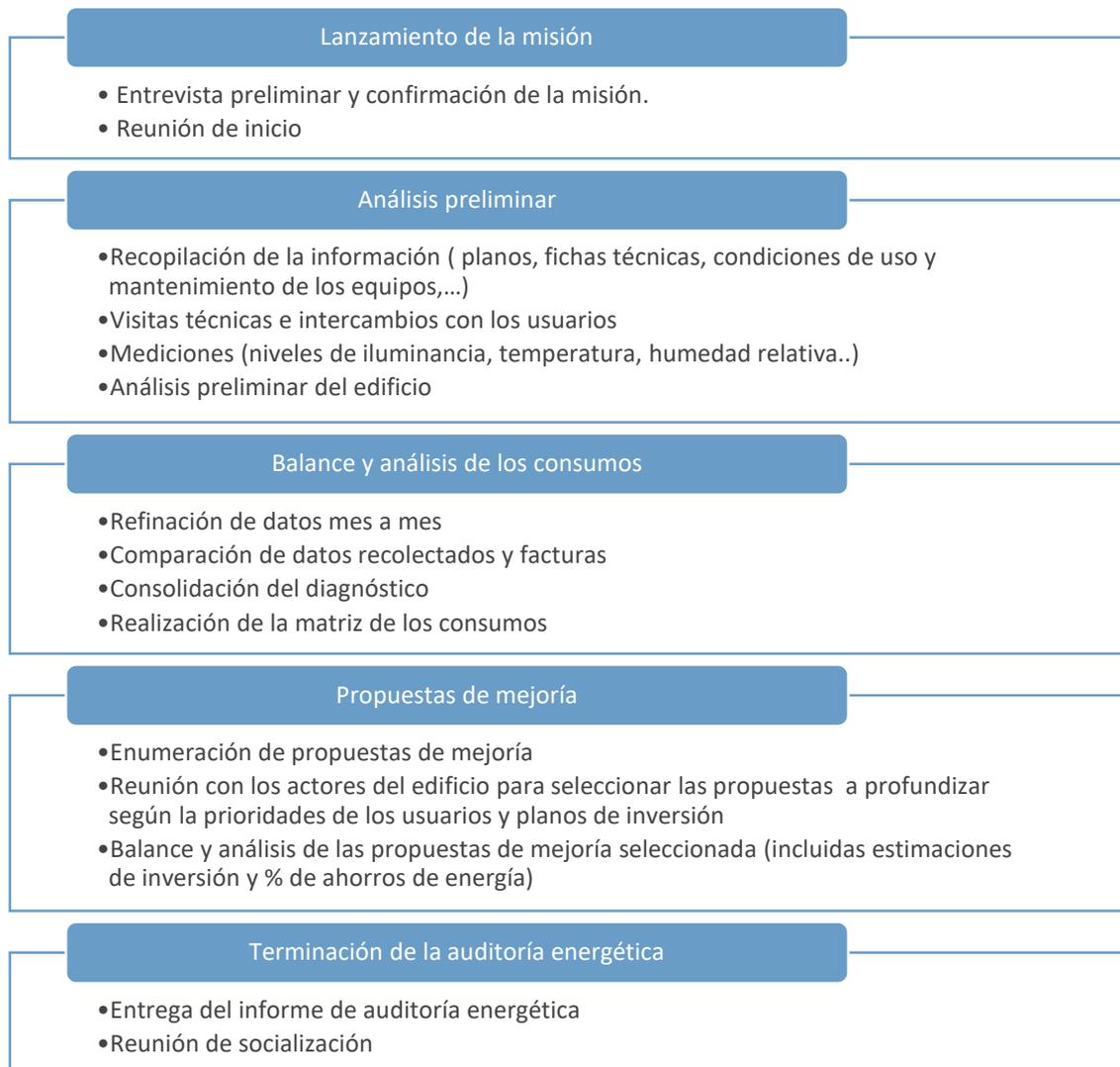
Recopilación de información		Disponible [S/N]	Recibido [S/N]	Comentarios/Notas
Datos generales				
General	Documento resumen de las características del sitio (información general, usos, últimos trabajos hasta la fecha)	Si	<input checked="" type="checkbox"/>	Intercambios con el interlocutor principal
	Informe de superficie: datos topográficos, superficies en áreas comunes, áreas privadas	Si	<input checked="" type="checkbox"/>	Planos arquitectónicos con distribución de espacios
	Número de usuarios y horarios/calendarios de ocupación	Si	<input checked="" type="checkbox"/>	
	Apéndice ambiental utilizado en el sitio y lista de arrendamientos en cuestión	No	<input type="checkbox"/>	No aplica
	Plan de inversión plurianual	No	<input type="checkbox"/>	
	Historial de trabajos realizados (foco en acciones de desempeño energético)	Si	<input checked="" type="checkbox"/>	
Estudios existentes	Auditorías energéticas preexistentes + otros diagnósticos técnicos (ej. auditoría eléctrica) + otros estudios (HQE, BIU, ISO 50001, CPE, etc.)	No	<input type="checkbox"/>	No se han desarrollado otros estudios
Datos de consumo				
Facturas	Facturas de luz de los últimos 3 años (de los últimos 10 años si es misión de decreto terciario)	Si	<input checked="" type="checkbox"/>	Facturas correspondientes al año 2019
	Facturas de combustible: gas, petróleo, calefacción urbana o refrigeración en los últimos 3 años (en los últimos 10 años si la misión de decreto terciario)	No	<input checked="" type="checkbox"/>	No aplica
	Facturas de agua en los últimos 3 años	Si	<input checked="" type="checkbox"/>	
Datos Técnicos/Expediente técnico de obra				
Datos técnicos	Lista de equipos técnicos	Sí	<input checked="" type="checkbox"/>	Levantamiento por el equipo del edificio y durante la visita técnica
	Sinópticos eléctricos incluyendo referencias PDL + sub-medidores	No	<input type="checkbox"/>	Levantamiento visita técnica
	Sinópticos HVAC incluyendo referencia de equipos HVAC + sub-medidores	No	<input type="checkbox"/>	Levantamiento visita técnica
	Diagramas esquemáticos de instalaciones.	No	<input type="checkbox"/>	Levantamiento visita técnica
	Lista de puntos BMS	No	<input type="checkbox"/>	No hay BMS
Expediente técnico de obra	Carpetas de obra correspondientes a los trabajos Mecánicos, eléctricos y de plomería (lista y descripción de equipos, planos, descripciones del sistema de gestión de energía, análisis funcionales, fichas técnicas)	No	<input type="checkbox"/>	Levantamiento por el equipo del edificio y durante la visita técnica
	Planos arquitectónicos y planos de sitio, secciones y fachadas	Si	<input checked="" type="checkbox"/>	Sin planos de fachada
	Características del edificio	No	<input type="checkbox"/>	Recopilada con la visita técnica
Datos de operación/mantenimiento				
Operación y Mant.	Manuales de Mantenimiento	No	<input type="checkbox"/>	
	Manual de operaciones de sistemas	No	<input type="checkbox"/>	

Adicionalmente, se compartió un **estudio de eficiencia energética** con la propuesta de implementación de paneles fotovoltaicos y aislamiento térmico en muros.



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, la recopilación de datos hasta cierto grado de análisis constituye 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, 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, que se aproxima a una precisión del 10% 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 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.

El presente documento y estudio cumple con todos los lineamientos establecidos por la norma internacional **ISO 50002**, esta especifica los requisitos y procesos para llevar a cabo una auditoría energética en relación con el rendimiento energético de su organización.

La presente auditoría energética es de tipo 3 y puntualmente para esta edificación **está enfocada al rendimiento energético eléctrico**, puesto que los consumos de otros tipos de energía no se ven reflejados en el edificio o son de uso puntual.

2. Datos Generales

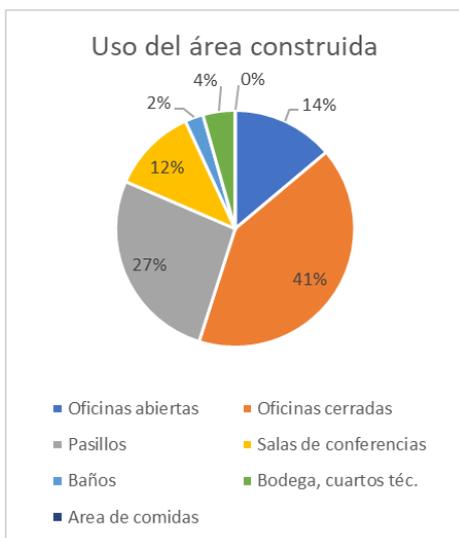
2.1. Ubicación y datos generales del proyecto

El edificio está ubicado en el Este de la provincia de Entre Ríos, en el municipio de Caseros, con dirección: Calle 23 N° 456, Caseros, Entre Ríos. Caseros se encuentra a 25 km de concepción del Uruguay y equidistante de Rosario y Santa Fe (260 km).



Ubicación del edificio – Fuente: Google Maps

Es un **edificio de oficinas**, construido en 1979 (la arquitectura base del edificio es más antigua). Por su antigüedad, puede tener alta oportunidad de renovación energética. Tiene un área total construida de 470,3 m² más 297,8 m² de patios internos en el primer piso. En la siguiente grafica se presentan los diferentes usos de los espacios,



Descripción	Área (m ²)
Oficinas abiertas	65,0
Oficinas cerradas	193,2
Pasillos	125,2
Salas de conferencias	54,7
Baños	11,7
Bodega, cuartos técnicos	20,5
Total área construida	470,3
Total auditoría	324,6

**En gris oscuro se resalta las áreas que no se consideran en el área de auditoría porque por su bajo consumo energético son poco representativas en el estudio*

Solo se tendrán en cuenta las áreas en donde se identifiquen los consumos relevantes del edificio. Se descartarán pasillos, terrazas, parqueaderos, patios internos, etc. **El área total considerada para la auditoría es de 324,6 m².**



Las fotos a continuación ilustran el sitio estudiado, identificando características de fachadas, entorno y uso.



Fachada Noroeste



Fachada Sur



Bloque Acción Social



Atención al público



Oficina privada



Oficina privada

2.2. Evolución del edificio

Las intervenciones en el edificio han sido menores. En los últimos años no se han identificado evoluciones en el edificio que representen un impacto significativo en el consumo energético del edificio.

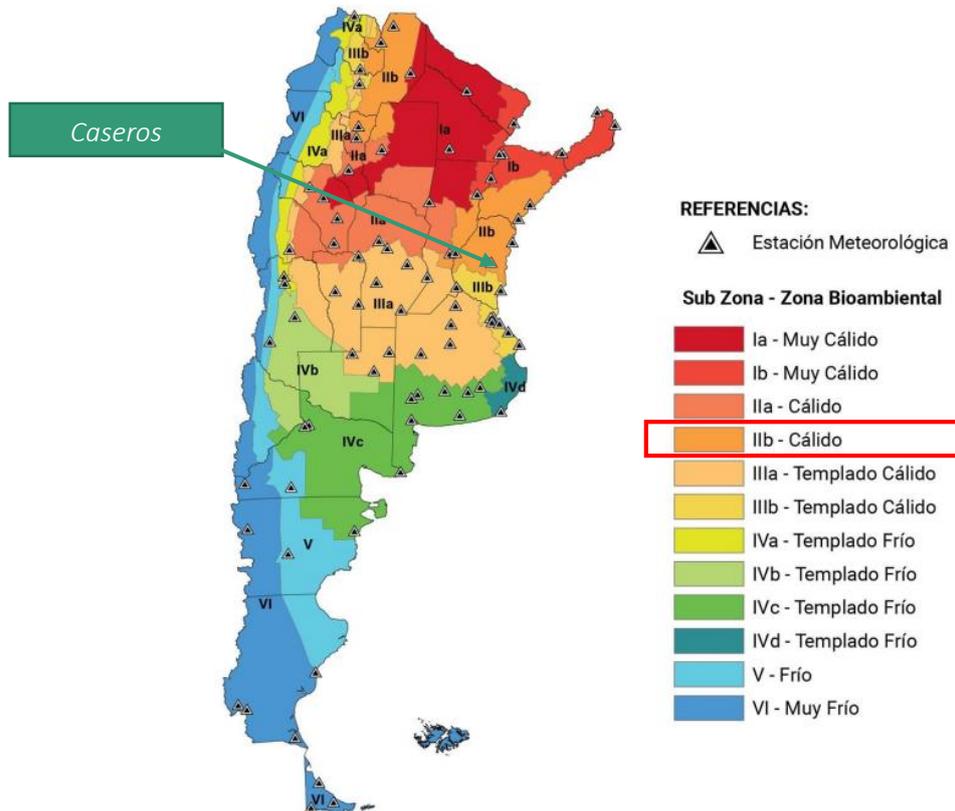
Año	Cambios / Obras
Últimos 5 años	Transición progresiva a iluminación LED
Dic-2019	Renovación parcial de ventanera, principalmente en fachada Oeste,
Dic-2021	Adecuación de garaje a nuevo uso de sala de reuniones, instalación de iluminación (4 unidades LED 60x60) y Aire acondicionado (2 unidades).
2020	Renovación aire acondicionado de la oficina del intendente
Nov-2023 y ene-2023	Instalación de 2 nuevos equipos de aire acondicionado en atención al público

2.3. Clima

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

La clasificación del Clima en Argentina se hace según la temperatura y la amplitud térmica dada en la Norma: IRAM 11603:2012.

Los distintos climas se presentan en la siguiente gráfica.



Mapa de los climas de Argentina - Fuente: ENERGAS-Ente Nacional Regulador del Gas

Los climas son más fríos hacia el Oeste, por las grandes altitudes que se alcanzan en la cordillera de los andes y hacia el Sur por la cercanía al polo sur donde hay baja radiación solar durante el año.

Los climas más cálidos se encuentran hacia el Norte.

La estación meteorológica 864300 se encuentra a una distancia razonable del sitio y utilizaremos estos datos característicos para nuestro estudio.

2.3.1. Zonas térmicas

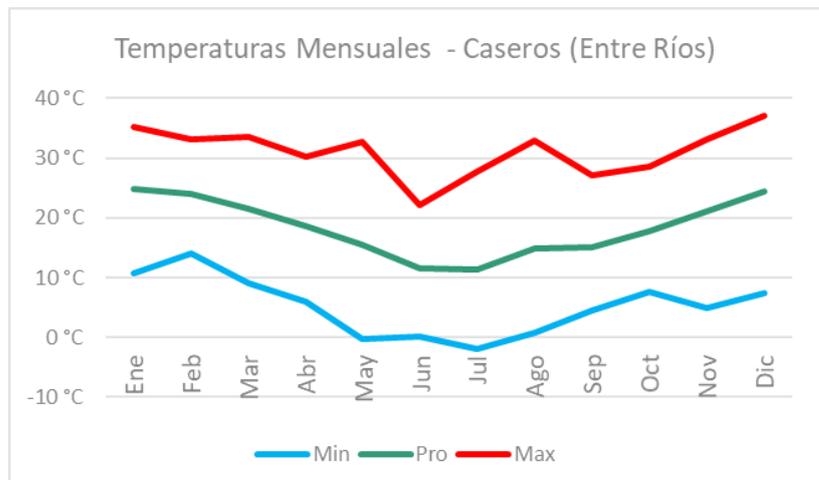
El edificio se encuentra en la **zona térmica IIB – Cálido**, de acuerdo a la norma IRAM 11 603:

- la temperatura media es de 24°C,
- en verano se alcanzan temperaturas superiores a 30°C,
- En invierno las temperaturas tienen un promedio de 8-12°C.

Zonas térmicas de Argentina y temperaturas (°C)				
Sub-zona	Invierno	Med	Verano	Amplitud Térmica
Ia	12	26	Alcanza >34	>14
Ib	12	26	Alcanza >34	<14
IIa	8-12	24	Alcanza >30	>14
IIb	8-12	24	Alcanza >30	<14
IIIa	8-12	20-26	Alcanza >30	>14
IIIb	8-12	20-26	Alcanza >30	<14
IVa	4-8 (con mín. frecuentes menores que 0°C)	--	--	Montaña
IVb		--	--	Max radiación
IVc		--	--	Transición
IVd		--	--	Marítima
V	4	--	16	--
VI	<4	--	12	--

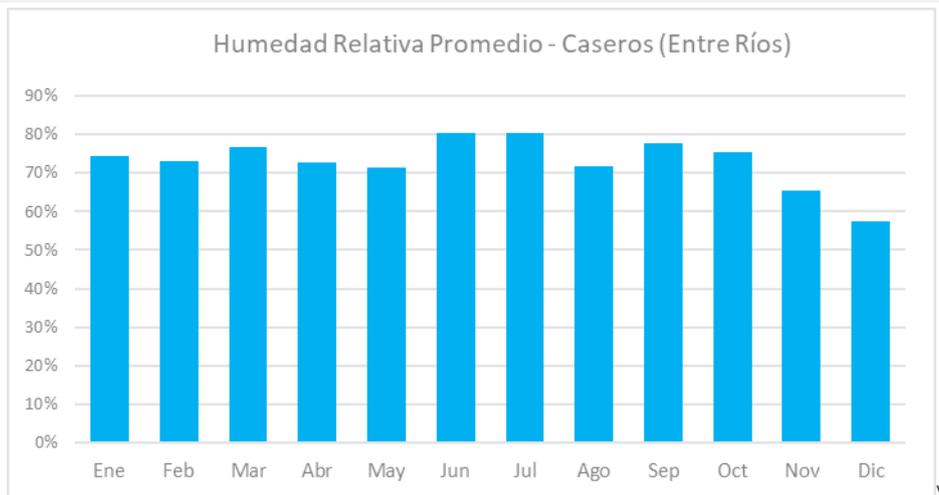
2.3.2. Temperatura

Mes	Min	Pro	Max
Ene	10,8 °C	24,8 °C	35,2 °C
Feb	14,0 °C	24,1 °C	33,1 °C
Mar	9,1 °C	21,6 °C	33,5 °C
Abr	5,9 °C	18,7 °C	30,2 °C
May	-0,2 °C	15,4 °C	32,8 °C
Jun	0,1 °C	11,5 °C	22,2 °C
Jul	-1,9 °C	11,4 °C	27,7 °C
Ago	0,7 °C	14,8 °C	33,0 °C
Sep	4,4 °C	15,2 °C	27,2 °C
Oct	7,7 °C	17,9 °C	28,6 °C
Nov	5,0 °C	21,0 °C	33,2 °C
Dic	7,4 °C	24,4 °C	37,0 °C
Anual	-1,9 °C	18,4 °C	37,0 °C



La temperatura media alcanza temperaturas de 11,4 °C en invierno y de 24,8°C en verano, con una adecuada concepción bioclimática se pueden limitar las necesidades de calefacción y aire acondicionado.

Las temperaturas mínimas que se alcanzan principalmente en las noches y la madrugada, pueden ser un mecanismo de enfriamiento del edificio en verano (ventilación nocturna), pero es clave protegerse de estas en invierno (limitar la ventilación en las noches).

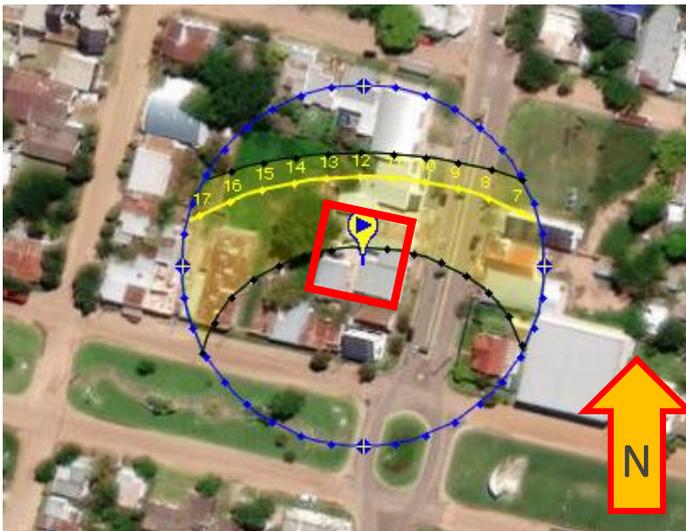


La HR tiene un valor promedio de 73%, varía entre 57-80%.

Las altas humedades a principio del año, junto con las altas temperaturas pueden reducir las condiciones de confort por calor, pueden ser controladas con ventilación natural.

2.3.3. Trayectoria del sol

El edificio está orientado hacia el Este, la gráfica presenta la trayectoria solar para la ubicación del proyecto.



El asoleamiento de las fachadas Este y Oeste puede generar disconfort por radiación solar directa, actualmente se controla de manera eficiente con cortinas.

El pico de radiación solar se da en la tarde (17:00 h), así, la fachada Oeste es la más sensible a las ganancias térmicas.

La cubierta recibe más radiación directa en verano y menos en invierno. Buenas propiedades térmicas, como aislamiento, permiten evitar ganancias de calor en verano y evitar pérdidas del calor interno en invierno.

La fachada Norte tiene asoleamiento todo el año. El pico de radiación solar se da entre las 14:00 h y las 17:00 h.

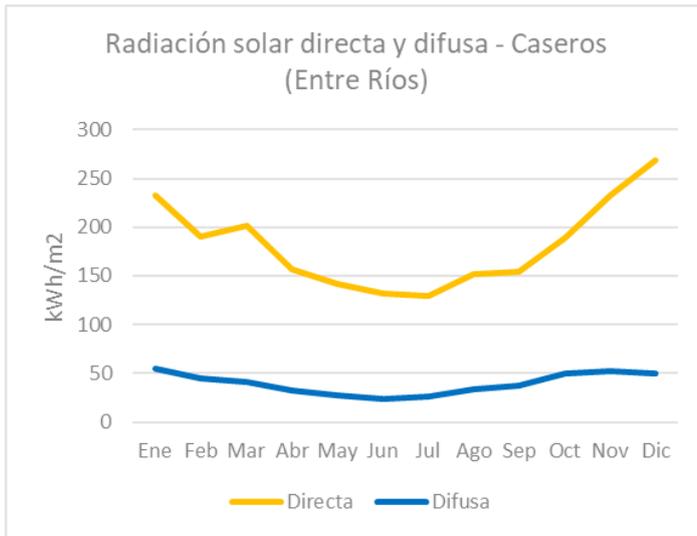
- Durante el verano la radiación es oblicua a esta fachada, lo que genera pocas ganancias de calor y permite un fácil control de las mismas sin limitar los aportes de iluminación natural.
- Durante el invierno la radiación es más perpendicular a esta fachada, aumentando las ganancias de calor, lo que mejora el desempeño térmico del edificio.

La fachada Sur permanece a la sombra todo el año, los espacios en esta orientación:

- No tienen molestias por iluminación directa y la iluminación natural generalmente es uniforme y difusa.
- Puedan tener problemas de incomfort por frío y en días nublados poco aprovechamiento de la iluminación natural.

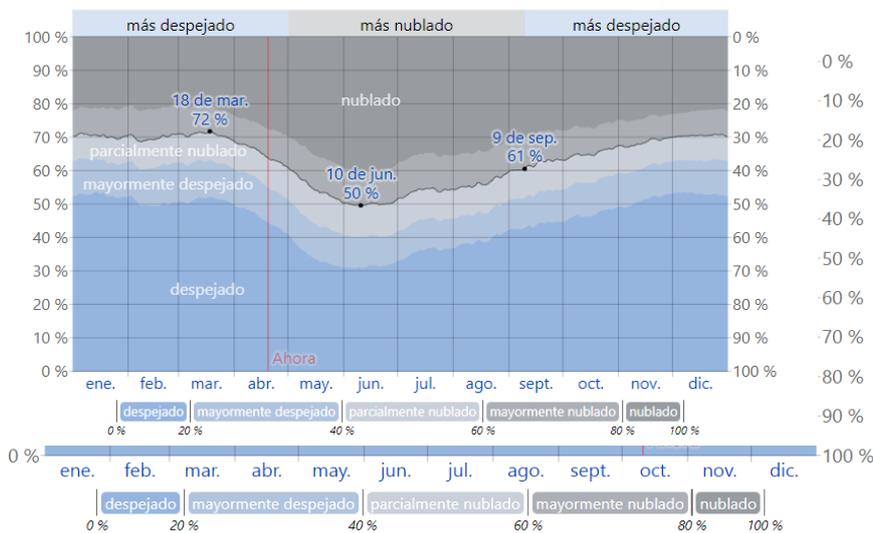
Para observar gráficas y descripción de la trayectoria y elevación del sol referirse al anexo 8.1

2.3.4. Radiación solar y nubosidad



La radiación directa anual es de 2 179 kWh/m2/año. Tiene una alta variación durante el año, siendo mayor entre noviembre y febrero y menor entre mayo y julio.

Categorías de nubosidad en Caseros

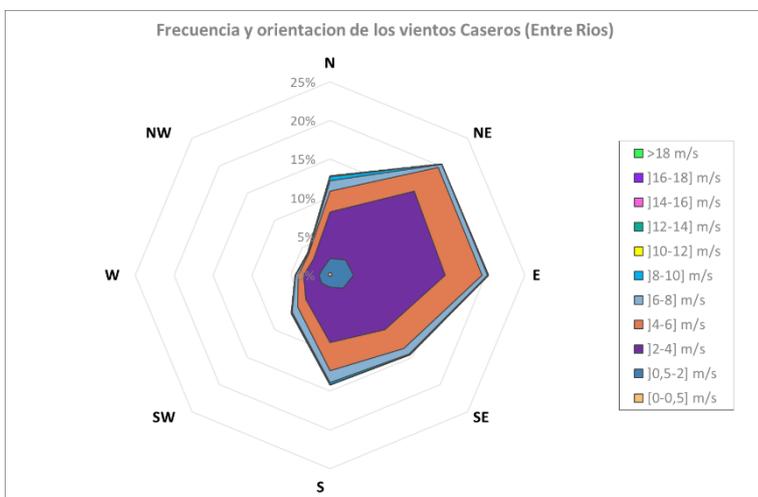


La grafica permite identificar que el porcentaje de cielo cubierto por nubes promedio mensual.

La mayor parte del año el cielo es despejado, principalmente entre agosto y abril.

La parte más nublada del año ocurre entre mayo y agosto.

2.3.5. Características del viento



El 55% del tiempo los vientos provienen del Este, con velocidades predominantes entre 2 y 8 m/s.

Los vientos ideales a usar para la ventilación natural en verano de un edificio son vientos lentos, < 2 m/s que principalmente vienen de las direcciones Norte, Noreste y Este.

Para recordar Datos Generales

- El palacio municipal de Caseros es un **edificio de oficinas** con bases arquitectónicas antiguas. **El área considerada en la auditoría es de 324,6 m2.**
- En los últimos años se ha realizado **transición progresiva a iluminación LED**, renovaciones menores en ventanería y renovaciones de aires acondicionados antiguos.
- El edificio está ubicado en **zona térmica IIb: cálido**: en invierno se alcanzan temperaturas medias de 11,4°C, mientras que en verano las temperaturas medias son de 24,8°C, con una adecuada concepción bioclimática se pueden limitar las necesidades de calefacción y aire acondicionado
- **La cubierta recibe una mayor radiación directa en verano y una menor en invierno.** Para evitar ganancias de calor en verano y pérdidas de calor en invierno, es importante contar con buenas propiedades térmicas, como un buen aislamiento.
- Para aprovechar y controlar al máximo las ganancias de calor y la iluminación natural en esta zona, **la orientación óptima de un edificio es hacia el Norte.** Sin embargo, en este caso, el edificio está orientado hacia el Este.
- **La orientación del edificio coincide con la dirección predominante de los vientos provenientes del Este.** Durante el verano, se puede aprovechar la ventilación natural para evitar el uso del aire acondicionado, mientras que en invierno se deben tomar medidas para reducir las infiltraciones de aire frío.

3. Características bioclimáticas

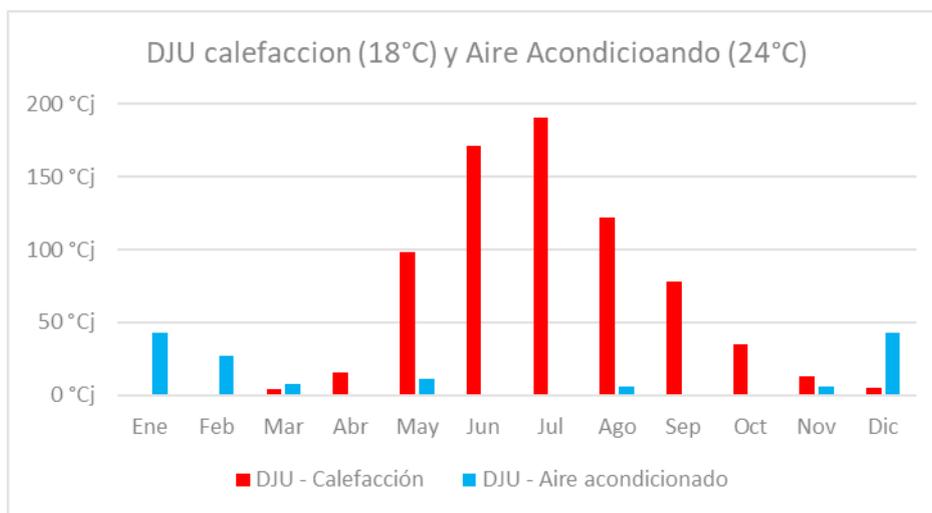
3.1. Enfoque bioclimático

Para realizar un estudio térmico pertinente, es necesario tener un buen conocimiento de los parámetros climáticos del lugar. En el capítulo anterior se presentó las principales características.

El grado día unificado (DJU) es la diferencia entre la temperatura exterior y una temperatura de referencia que permite hacer estimaciones del consumo de energía térmica para mantener un edificio confortable en proporción a la severidad del invierno o al calor del verano

Cuanto mayor sea el número de DJU, más duro será el clima. Permiten estimar o corregir las necesidades de calefacción y aire acondicionado de un edificio según la temporada.

El siguiente gráfico muestra la distribución mensual de la DJU base 18°C (para calefacción) y base 24°C (para AA):

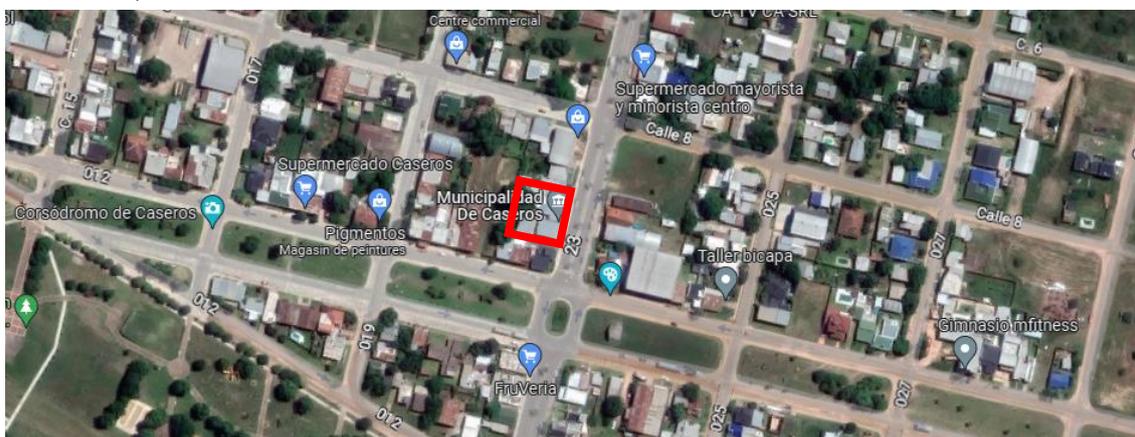


Los rangos de valores de DJU para calefacción se encuentran en un rango moderado y para Aire acondicionado en un rango suave, lo que es un indicio que el edificio puede evitar el uso de sistemas activos de climatización.

En este capítulo se estudiará, como la arquitectura actual afronta estas necesidades y que oportunidades de mejora pueden existir. En el capítulo 7 se hace una descripción del beneficio de las oportunidades identificadas.

El edificio se ocupa de 7:00 a 13:00 (ver sección 4.1). Ya que las temperaturas más altas se alcanzan a las 17:00 y que el clima en verano es ligero, se recomienda evitar el uso de AA.

A continuación, se presenta la inserción urbanística del edificio:



Inserción urbanística del edificio, vistas de orientación del edificio— Fuente: Google Maps



Edificios aledaños de baja altura –Fuente: Visita técnica, proyecto remodelación Eficiente Muni Caseros

El urbanismo es disperso y bajo, permite tener una alta exposición a la radiación solar y a la ventilación natural. **Se observó alto uso de iluminación natural, pero poco de ventilación natural.**

Alrededor del sitio **no hay fuentes de malos olores** que afecten la calidad del aire o el uso de ventilación natural.

Las fachadas principales (más grandes y/o vidriadas) del edificio están orientadas hacia el Este/Oeste. La orientación óptima es con sus fachadas principales hacia el Norte/Sur. Ya que permite un alto aprovechamiento y control de los aportes de iluminación natural y de las ganancias de calor. A continuación, se presenta la exposición y protecciones solares de cada fachada

Exposición de las fachadas

Fachada Norte (Ventana/muro=10%)



Hay aleros horizontales: en invierno, permite aprovechar el sol para ganar calor porque está bajo y protegerse en verano cuando el sol está alto.

Hay cortinas exteriores, controlan los aportes de iluminación natural principalmente en invierno cuando el sol está bajo y puede ser molesto.

- Durante el invierno es importante que en las noches las cortinas estén cerradas, para evitar que el edificio se enfríe más rápido por las bajas temperaturas de la noche.

Durante el verano, cuando el sol está alto, pueden mantenerse principalmente abiertas para aprovechar de la iluminación natural.

Fachada Sur (Ventana/muro=15%)



Hay cortinas exteriores,

- Durante el periodo de ocupación se recomienda mantenerlas abiertas para aprovechar de la iluminación natural difusa.
- Durante el invierno en espacios desocupados y en periodos de desocupación (noches y fines de semana) se recomienda que estén cerradas, para evitar que el edificio se enfríe más rápido.

Fachada Este (Ventana/muro=25%)



Hay cortinas exteriores que permiten protegerse de la radiación directa,

- Durante el invierno, se pueden abrir desde las 7:00 para aprovechar las ganancias de calor. Para protegerse del deslumbramiento utilizar las cortinas internas.
- Durante el verano, pueden abrirse desde las 11:00 am cuando ya no hay radiación sobre las ventanas y se puede aprovechar la iluminación natural difusa.

Fachada Oeste (Ventana/muro= 20%)



Hay cortinas exteriores que permiten protegerse de la radiación directa,

- En invierno y verano, ya que el edificio está ocupado cuando en esta fachada no hay radiación directa, se recomienda mantener abiertas las cortinas para aprovechar la iluminación natural difusa.
- Durante el invierno es importante que en las noches las cortinas estén cerradas, para evitar que el edificio se enfríe más rápido por las bajas temperaturas de la noche.

La relación ventana-muro es eficiente para reducir las pérdidas energéticas, además permitiría una ventilación natural eficiente, la fachada con mayor ventanería (Éste) coincide con la dirección predominante de los vientos.

3.2. Características de la envolvente

La conductividad térmica representa el rendimiento térmico general de los elementos de la envolvente. Cuanto más alto es, más “conduce” el calor. Cuanto más bajo es, mejor se comporta. TERAO identificó la conductividad térmica de los elementos de la envolvente.

Para comparar la eficiencia de los elementos de la envolvente, se identificaron los siguientes valores de conductividad térmica de referencia (U ref):

- Para muros exteriores y cubierta, corresponden a la clasificación energética clase B según la norma IRAM 11604 y 11 605.
- Para los vidrios, corresponde a un valor eficiente de acuerdo a la experiencia de TERAO y a la oferta de productos observado en Argentina.

A continuación, se evalúa el rendimiento térmico de los elementos de la envolvente.

Elemento	Descripción de afuera hacia adentro	U [W/m ² .K]	U Ref [W/m ² .K]	Eficiencia
Muros exteriores	<ul style="list-style-type: none"> - 2 cm de mortero de revoques en barro, - 26 cm de ladrillo asentado en barro, - 2 cm de mortero de revoques en barro, 	1,6	0,83	Baja
Cubierta	Chapa metálica + cielo raso(madera)			
	<ul style="list-style-type: none"> - 12 cm de concreto, - 1,5 cm de mortero de revoques. 	2,3	0,7	Baja
	Losa de concreto: 12 cm de concreto,	4	0,7	Baja
Vidrio	<ul style="list-style-type: none"> - Vidrio sencillo 4 o 6 mm 	6,1	1,8	Baja

Se renovó parte de los marcos de la ventanería exterior, se analizará en la sección 3.3 Estanqueidad del aire.

El asentamiento y los revoques de los muros en barro ayudan a tener una buena inercia térmica. Así, mantiene una temperatura más constante y confortable al interior limitando el uso de aire acondicionado o calefacción.

Los principales elementos de la envolvente no han sido intervenidos desde 1979. Dado que los principios de diseño son originales y muchos elementos están deteriorados, el rendimiento térmico del edificio es relativamente bajo. Este bajo rendimiento térmico se traduce en mayor consumo eléctrico para climatización o incomfort térmico.



3.3. Estanqueidad del aire

El estado de las justas entre los marcos de la ventana y los muros y el avance en las renovaciones de los marcos de las ventanas y puertas, permiten tener una estanqueidad del aire de eficiencia media: estanqueidad supuesta $2,0 \text{ m}^3/\text{h}\cdot\text{m}^2 @ 4\text{Pa}$; estanqueidad referencia: $1,7 \text{ m}^3/\text{h}\cdot\text{m}^2 @ 4\text{Pa}$.

Mejorar la estanqueidad reduce las pérdidas de calefacción y AA, mejorando el confort y así el desempeño energético. Continuar con las renovaciones de marcos de ventanas y garantizar que estas cuenten con sellamiento al interior y al exterior permiten valores mas eficientes.



Ventanería con sellamiento interior y exterior

3.4. Ventilación natural

La ventilación natural permite tener una buena calidad del aire y refrescar los espacios. Se recomienda aprovechar la ventilación natural para evitar el uso de aire acondicionado (AA) y ahorrar energía.

Esta puede ser usada a finales de la primavera, durante el verano y principios del otoño, aproximadamente entre noviembre y marzo. Según las condiciones climáticas, y las mediciones de temperatura al interior del edificio (capítulo 4.5): reemplazar el uso de AA durante todo este tiempo resulta fácilmente alcanzable.

Para mejorar las condiciones de confort y evitar el uso de aire acondicionado se podría:

- Implementar aislamiento térmico en la cubierta,
- Sensibilizar para el uso eficiente de las ventanas,
- Usar ventiladores,
- Incrementar las tasas de renovación del aire por ejemplo a través de ventiladores de incrustar.



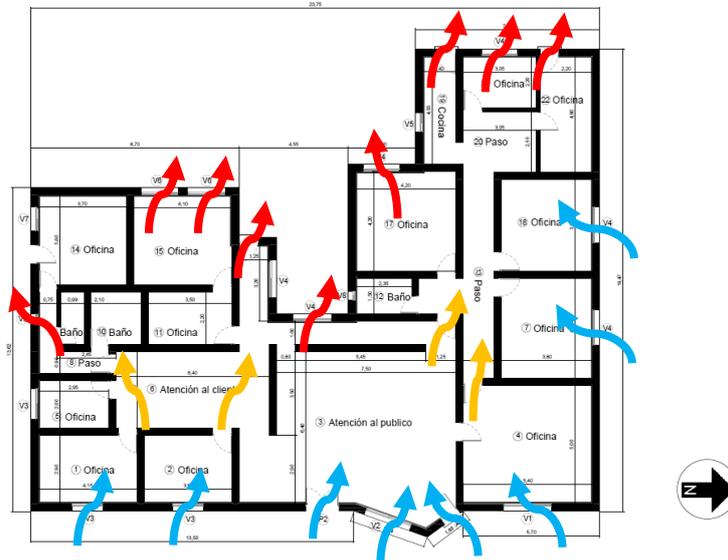
Ventilador de incrustar para incrementar la renovación de aire – Fuente: Elicent

Cuando hay uso de calefacción o de AA, la ventilación natural representa pérdidas energéticas. Por esto, se recomienda que, si se implementan ventiladores de incrustar, tengan la opción de cerrar las paletas cuando están apagados.

El edificio tiene forma cuadrada y mayor proporción de ventanería en las fachadas Este/Oeste, de donde provienen con mayor frecuencia los vientos.

Las fachadas Norte y Oeste se encuentra expuestas al exterior, serán la principal fuente de suministro de ventilación natural mientras que las fachadas opuestas serán el escape.

A continuación, se presentan las rutas de acceso (azul), circulación (amarillo) y evacuación (rojo) de la ventilación natural, que pueden utilizarse para una ventilación eficiente, es importante que los elementos de esta ruta no estén obstruidos.



Ruta de ventilación natural propuesta para una ventilación natural eficiente – Fuente: Muni. Caseros, TERA0

Para recordar Características bioclimáticas

- De acuerdo a **las condiciones del clima**, el edificio tiene **necesidades normales de calefacción** y **pocas necesidades de refrigeración**.
- Las fachadas más grandes del edificio están **orientadas hacia el Este/Oeste**, esto limita el **aprovechamiento de la iluminación natural** (por **deslumbramiento en ciertas horas**) y el **desempeño energético** del edificio porque se tiene menos control de los aportes de calor lo que incrementa el consumo de climatización.
- El urbanismo es disperso y bajo, permite tener una alta exposición a la radiación solar y a la ventilación natural. **Se observó buen uso de iluminación natural** (aunque puede ser mayor) y **había poco uso de ventilación natural**.
- **Muros, cubiertas y vidrios** tienen bajas propiedades térmicas, incrementan la transferencia de calor y aumenta las necesidades de calefacción y AA. Mejorar sus propiedades térmicas es una palanca para mejorar el desempeño energético.
- **La ventilación natural es una importante alternativa** para evitar el uso del aire acondicionado, ya que las condiciones climáticas en verano no son muy severas.

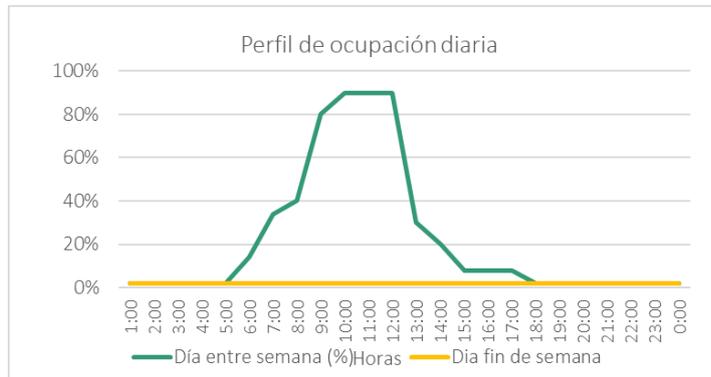
4. Uso del edificio

4.1. Ocupación del edificio

El edificio tiene una capacidad de ocupación de alrededor de 50 personas, considerando la ocupación trabajadores, visitantes, salas de reunión, etc.

Durante la visita se identificaron 23 puestos de trabajo de los cuales 17 estaban ocupados (es decir con computador de uso regular).

En el siguiente grafico se presenta el perfil de ocupación diaria del edificio



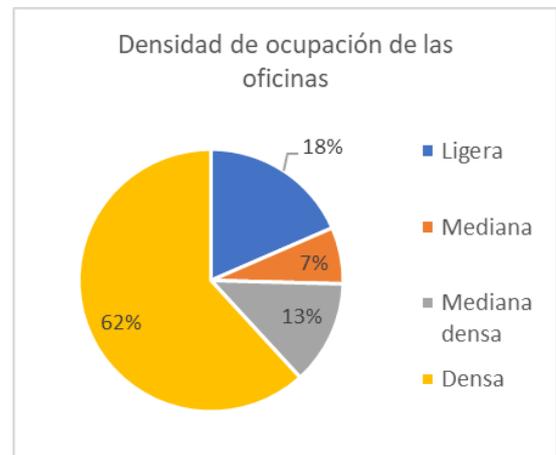
Perfil de ocupación diario del edificio en porcentaje - Fuente: TERA0

- Los horarios de ocupación del edificio son de lunes a viernes **desde las 7:00am hasta las 13:00**.
 - o **Los picos de calor se alcanzan a las 17:00, y el clima indica pocas necesidades de enfriamiento. Se puede limitar el uso de aire acondicionado** o apoyarse en estrategias de menor consumo como ventiladores para garantizar las condiciones de confort.
- Según las mediciones de veranos se observa que no existen grandes problemas de calor.
- Los fines de semana el edificio no tiene ocupación.
- Durante el año hay alrededor de 19 días festivos.

Modo de ocupación

La siguiente tabla permite tener valores indicativos para tener un punto de vista sobre la densidad de ocupación de usuarios en los espacios, y de este modo tener un punto de vista sobre los espacios más sensibles por cargas térmicas por ocupación.

El 62% de las áreas tienen una ocupación densa (+13 puestos de trabajo/100m²), esto implica espacios más sensibles a las ganancias de calor y tener mayores necesidades de renovación de aire.



Densidad	Puestos de trabajo/100m ²	Zonas concernidas
Ligera	8,5	Oficinas privadas bloque principal (1,4,17)
Mediana	8,5-11	Oficinas privadas bloque principal (2,22)
Mediana densa	11-13	Oficinas privadas bloque principal (11,15,17)
Densa	>13	Oficinas privadas bloque principal (3,5,14,18,21), oficinas acción social

4.2. Equipos ofimáticos

4.2.1. Equipos de trabajo de los usuarios

De acuerdo a la información recopilada, los computadores utilizados para las actividades normales del edificio corresponden a:

- 17 equipos de torre, con potencia de operación estimada de 60W,
- 2 equipos portátiles (estimado ya que no se observó en la visita), con potencia de estimada de 25W.

Los equipos portátiles consumen mucho menos energía que los equipos de torre.

Se recomienda para futuras renovaciones privilegiar el uso de equipos portátiles, siempre y cuando las especificaciones técnicas de los equipos no afecten las actividades normales de los trabajadores.

En las siguientes fotografías se puede observar que algunos equipos ofimáticos quedan encendidos por periodos de tiempo mientras los usuarios no los están utilizando. Se observó muy recurrente esta práctica.

Se recomienda sensibilizar a los trabajadores e implementar configuraciones para que luego de un tiempo sin uso, automáticamente apague la pantalla y después de un tiempo mayor suspenda el equipo.



Equipos ofimáticos sin uso encendidos – Fuente: Visita técnica

4.2.2. Servidores y UPS

El edificio tiene una oficina donde se encuentran un equipo de torre que funciona como servidor y una UPS de 1 500 VA.

El equipo de torre puede tener una potencia de operación de 60 W.



Servidor y UPS del proyecto - Fuente: visita técnica

La temperatura solicitada para el aire acondicionado en el espacio es de 24°C. Lo que se considera una buena práctica, pero se podría optimizar un poco más.

El aire acondicionado no es utilizado 24/7, se utiliza en función de la ocupación, es decir, alrededor de 7h/día.

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 HR,
- la operación de los equipos se puede afectar cuando la temperatura es inferior a 15°C o superior a 32°C.

Class ^a	Equipment Environmental Specifications for Air Cooling						
	Product Operations ^{b,c}					Product Power Off ^{e,d}	
	Dry-Bulb Temperature ^{a,e} °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					
Allowable							
A1	15 to 32	-12°C DP & 8% RH to 17°C DP and 80% RH ^k	17	3050	5/20	5 to 45	8 to 80

Especificaciones para el aire acondicionado de data centers y sala de servidores – Fuente: ASHRAE

Según ASHRAE, en estos cuartos se puede aumentar la temperatura hasta 27°C sin dañar los equipos siguiendo las recomendaciones por norma.

Solicitar 24°C genera consumos innecesarios por Aire acondicionado. Se recomienda empezar a operar los equipos a 26°C. Esta temperatura tampoco afectaría el confort de los usuarios de la oficina.

4.3. Sensibilización de los usuarios

Actualmente no se implementa sensibilización en eficiencia energética en el edificio,

A través de sensibilización se pueden lograr ahorros representativos con muy bajos costos de inversión.

Se recomienda las siguientes medidas para fortalecer el alcance de la sensibilización

- Crear un comité de control y gestión de la energía,
- generar indicadores y metas del buen uso de la energía como seguimiento de los consumos con miras al mejoramiento continuo,
- distinguir los principales focos de consumo e identificar estrategias de mitigación,
- promover campañas de sensibilización involucrando los principales actores como: trabajadores del edificio, equipo de mantenimiento, administradores y directivos,
- socializar los resultados con los actores involucrados para generar mayor apropiación.

4.4. Mantenimiento del edificio

El edificio no cuenta con manuales de mantenimiento ni de operación, esto afecta el desempeño energético y acelera la pérdida de la eficiencia de los sistemas técnicos.

Actualmente, el mantenimiento es de tipo correctivo y pocas actividades se realizan con enfoque preventivo.

Se recomienda adoptar manuales de mantenimiento y operación para la infraestructura física. Por lo menos para los principales sistemas técnicos (iluminación y aire acondicionado).

Un correcto mantenimiento permitirá identificar pérdidas energéticas y actuar sobre ellas, además de mejorar la eficiencia en operación de los sistemas técnicos.

4.5. Condiciones de confort

En el marco de la auditoría energética, TERA0 y la RAMCC implementaron dataloggers termómetros-higrómetros en el edificio durante 20 días para evaluar la evolución de las temperaturas en las diferentes zonas del proyecto por intervalos de medición de una hora.

La auditoría energética contempla mediciones en verano, que se llevaron a cabo entre el 15 de febrero y el 10 de marzo. Las mediciones de invierno no se llevaron a cabo, el análisis de confort se llevó a cabo según el análisis del clima del sitio.

En el anexo 8.4 se presentan los resultados.

El equipo empleado para realizar la medición de las temperaturas se muestra en el Anexo 8.2

En el anexo 8.3 se muestra el análisis de las temperaturas adecuadas para garantizar el confort en los espacios realizando un análisis para determinar la temperatura de operación óptima:

- En invierno
 - o Espacios con calefacción,
 - o espacios sin calefacción.
- En verano
 - o Espacios con aire acondicionado (Con y sin ventiladores),
 - o espacios sin aire acondicionado (Con y sin ventiladores).

A continuación, se presentan las conclusiones:

4.5.1. Invierno

Tipo de acondicionamiento	Temperaturas óptimas de operación (°C)
Con calefacción	21°C
Sin calefacción	18,5°C

En invierno la temperatura mínima aceptable en espacios con calefacción es de 21°C, y sin calefacción de 18,5°C.

Utilizar los equipos de calefacción para alcanzar temperaturas superiores se considera ineficiente y una mala práctica, se recomienda sensibilizar a los usuarios para limitar el uso de equipos de calefacción.

Cuando utilizamos los equipos en modo calefacción, reducir 1°C la temperatura de operación disminuye considerablemente los consumos energéticos.

Confort del edificio en invierno

En invierno, al igual que en verano, se logra el confort a través de sistemas mecánicos, lo que genera un gran consumo de energía. Se recomienda sensibilizar a los usuarios para que utilicen temperaturas óptimas en los equipos de calefacción.

Según el análisis del clima, las condiciones climáticas y de exposición al frío no son muy altas. Con la implementación de algunas estrategias bioclimáticas y buenas prácticas, se podría lograr el confort sin recurrir a sistemas mecánicos.

4.5.2. Verano

Tipo de acondicionamiento	Temperaturas óptimas de operación (°C)
Con aire acondicionado	26,5
Con aire acondicionado + ventiladores	29
Ventilación natural	27,5
Ventilación natural + ventiladores	29

En verano la temperatura máxima aceptable en espacios con AA es de 26,5°C, y en espacios ventilados naturalmente de 27,5°C. Con el uso de ventiladores se logra aceptar ~2°C más de temperatura.

Para mayor aceptabilidad se puede sugerir que el AA opere a 26°C y a 27°C (con uso de ventiladores).

Utilizar los equipos de AA para alcanzar temperaturas inferiores se considera ineficiente y una mala práctica. Se recomienda sensibilizar a los usuarios para limitar el uso de equipos de aire acondicionado.

Cuando utilizamos los equipos en modo Aire acondicionado, incrementar 1°C la temperatura de operación disminuye considerablemente los consumos energéticos.

Confort del edificio en verano

Se implementaron 2 dataloggers para medir la evolución de la temperatura a lo largo del día durante 20 días. Se analizó el comportamiento de la temperatura durante la semana más caliente de este periodo.

Los espacios estudiados cuentan con aire acondicionado, Las mediciones permiten estudiar el comportamiento térmico, cuando hay ocupación y uso de aire acondicionado (entre semana) y cuando no se está usando (fines de semana).

Las gráficas de los resultados se encuentran en el anexo 8.4

Los espacios estudiados y los resultados fueron:

Resultados mediciones de temperatura	Oficina Contadurías, costado Suroeste (oficina privada),		Atención al público, costado Sur (oficina abierta),	
	Entre semana	Fin de semana	Entre semana	Fin de semana
T_MAX (°C)	25,6	28,5	26,3	28,3
T_PROM (°C)	25,0	27,0	23,9	26,7
T_MIN (°C)	24,6	26,0	21,0	26,0
Inconfort por calor (%)	4%	28%	0%	24%

El estudio de confort se evalúa en la semana más caliente y en el horario de 7-13h.

El inconfort se calculó únicamente en función de la temperatura cuando supera los 26°C recomendados.

Las mediciones de temperatura salen de confort únicamente el fin de semana cuando no son controladas por el aire acondicionado.

Entre semana, ambas oficinas se encuentran en confort, sin embargo, las temperaturas bajas observadas en atención al público, representan sobreconsumos energéticos, teniendo en cuenta que, si se usan temperaturas de 25-26°C se consumiría menos energía manteniendo la zona de confort.

Las mediciones del fin de semana, cuando no hay uso de aire acondicionado, muestran que, las condiciones climáticas y de exposición al calor no son extremas. Con algunas estrategias bioclimáticas y de mejores prácticas se podría evitar el uso de aire acondicionado. Por ejemplo, implementar:

- Aislamiento térmico en la cubierta,
- Ventilación natural en las noches,
- ventiladores,
- Incrementar las tasas de renovación del aire, por ejemplo, a través de mejores practica de ventilación natural y con el uso de ventiladores de incrustar,

Para recordar Uso del edificio

- La ocupación promedio es de 17 trabajadores de oficina, de lunes a viernes de 7:00 a 13:00, lo que limita el consumo de energía de PV por los periodos de desocupación en los que la energía fotovoltaica no será utilizada directamente por el edificio.

Los picos de calor se alcanzan a las 17:00, y el clima en verano es ligero. Con las mediciones de temperatura y humedad relativa se pudo observar que evitar el uso de aire acondicionado se puede alcanzar fácilmente con sensibilización, medidas pasivas y optimización de los sistemas de ventilación.

- El 62% de las áreas tienen una ocupación densa, esto implica espacios más sensibles a las ganancias de calor y tener mayores necesidades de renovación de aire. Los sistemas actuales de calefacción y aire acondicionado son limitados en cuanto a renovación del aire.
- El **90% de los equipos de cómputo son de torre**, los cuales consumen más energía que los portátiles.
 - **Es importante sensibilizar y configurar** los equipos para que luego de un tiempo sin uso, automáticamente **apague la pantalla** y después de un tiempo mayor **suspenda el equipo**. Se lograrán buenos ahorros energéticos sin inversión.
- El AA en cuartos de racks es usado a **24°C**, según estándares internacionales, **se recomienda temperaturas más eficientes como 26°C**, cada 1°C más en el equipo de AA representa un ahorro del 8% en el consumo eléctrico.
- **No hay campañas de sensibilización**. Implementarlas, permitirá **ahorros energéticos con bajo costo**, se recomienda crear un equipo de implementación y seguimiento de las prácticas y los resultados.
- El edificio **no cuenta con manuales de mantenimiento y operación**, esto **acelera la pérdida de eficiencia** de los equipos y sistemas, incrementa los **costos de operación y reduce el confort**.
- De acuerdo a **estándares de confort** y para lograr el mejor rendimiento energético:
 - **En invierno**, usar la calefacción a **21°C**, temperaturas superiores incrementan el consumo energético,
 - **En verano**, usar el AA a **26°C y 27°C (con ventiladores)**, menores temperaturas incrementan el consumo.
- Las mediciones muestran que las condiciones climáticas y de exposición al calor no son extremas. Con algunas estrategias bioclimáticas y de mejores prácticas se podría evitar el uso de aire acondicionado.

5. Equipos técnicos

5.1. Sistema eléctrico

No existe un transformador independiente para el edificio, esto limita conocer la potencia disponible y puede ocasionar problemas de calidad de la energía.

Existe un único contador de luz, que reporta el consumo energético a la empresa prestadora del servicio cada 2 meses. Tener lecturas del consumo energético más frecuentes permiten identificar de manera temprana fallas en el sistema y actuar de manera rápida y pertinente.

No existe un esquema unifilar de las cargas eléctricas en el edificio: esto limita la implementación de estrategias de gestión y control de los equipos o requiere una inversión mayor para el diagnóstico del sistema eléctrico y su intervención.

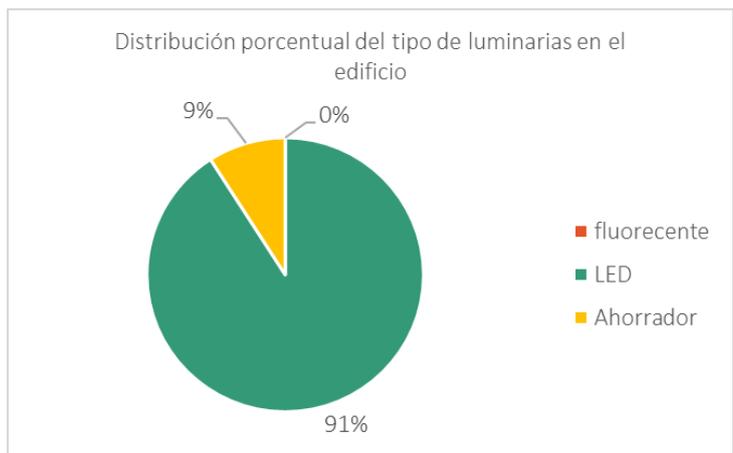
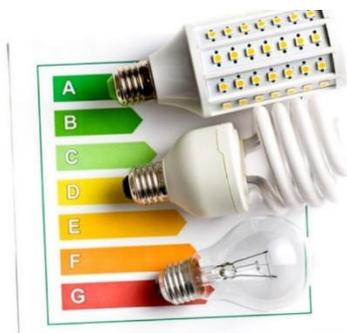
Existen algunos hallazgos del estado del sistema eléctrico en el edificio: se recomienda adoptar medidas que permitan tener un sistema eléctrico acorde a las reglamentaciones locales de instalaciones eléctricas.

En los siguientes capítulos se estudia el diagnóstico de los equipos técnicos que son foco de consumo del edificio.

5.2. Iluminación

5.2.1. Eficiencia de las luminarias

El edificio está principalmente iluminado por luminarias LED (91%) y hay uso muy puntual de bombillos ahorradores.



Distribución porcentual del tipo de luminarias en el edificio – Fuente: Inventario visita técnica, TERA0

Desde entre 2018-2019 se hizo transición de iluminación fluorescente a LED.



Atención al público antes de la renovación a LED



Atención al público luego de la renovación a LED

Las renovaciones realizadas han permitido reducir el consumo energético, ya que se han implementado luminarias de menor potencia y se ha optimizado el número de luminarias. Además, el mobiliario utilizado permite aprovechar mejor la iluminación disponible.

5.2.2. Controles de iluminación

Los usuarios controlan la iluminación en cada cuarto mediante interruptores, lo que permite encenderla según la ocupación de los espacios. Sin embargo, el uso eficiente depende de la sensibilización de los usuarios. Se recomienda mejorar la sensibilización o instalar equipos de control para reducir el tiempo de encendido y ajustar la intensidad lumínica según los horarios y la detección de presencia.

Aunque el 85% de las áreas cuentan con iluminación natural disponible, se ha observado que por el porcentaje de ventana/muro y las cortinas utilizadas no permiten alcanzar los niveles mínimos de iluminación necesarios.

Como primera medida, se recomienda sensibilizar a los usuarios sobre el uso adecuado de los elementos de protección. Desde el punto de vista técnico, es importante tener en cuenta que los sensores de iluminación on/off no serían eficientes para reducir el consumo eléctrico. En cambio, serían más efectivos los sensores dimerizables, que, aunque requieren mayores esfuerzos de intervención e inversión, permiten ajustar la intensidad de la luz artificial según los niveles adecuados en función de la luz natural disponible.

Gran parte de los pasillos aprovecha la iluminación natural sustituyendo las luminarias y ahorrando energía.

Se ha detectado que la iluminación queda encendida en áreas desocupadas, por lo que se sugiere concientizar a los usuarios sobre el uso adecuado de los equipos o instalar sensores de presencia para mejorar el uso eficiente de la iluminación.



Oficina con potencial aprovechamiento de iluminación natural – Fuente: Visita técnica

5.2.3. Densidad de iluminación

En el edificio se tiene una potencia instalada de 929 W, que corresponde a 2,9W/m². Según ASHRAE 90.1 “Energy Standard for Buildings Except Low-Rise Residential Buildings”, para edificios de oficinas, la máxima potencia instalada debe ser de 6,9 W/m².

Se puede concluir que el edificio tiene una **densidad de iluminación eficiente**, gracia al uso de iluminación LED de baja potencia.

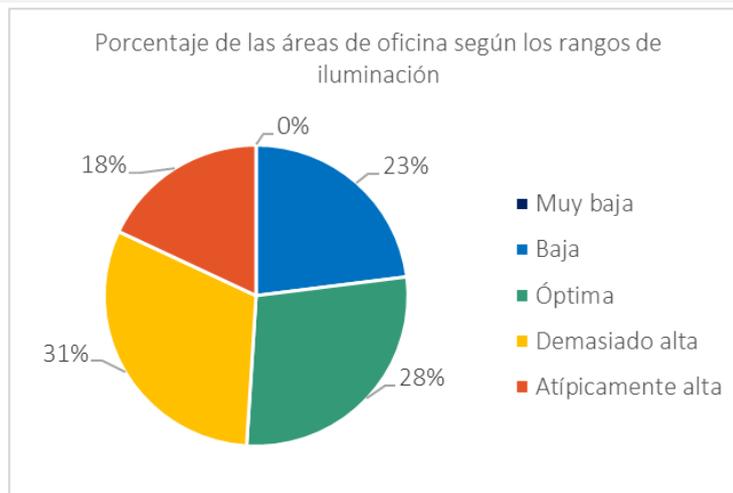
Rangos de la eficiencia de la densidad de iluminación		
Ineficiente > 6,9 W/m ²	Aceptable (6,9-4,2) W/m ²	Eficiente < 4,2W/

5.2.4. Contexto reglamentario y niveles de iluminación (Mediciones)

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, la norma europea EN 12464-1 precisa que una iluminancia de 300Lx como promedio es óptima para la realización de trabajos en espacios de oficina.

De acuerdo a la experiencia de TERAQ, en edificios de alta eficiencia que utilizan estos niveles de iluminación no se ve afectado el confort de los usuarios.

En la siguiente grafica se observa el desempeño de las áreas del edificio en función de los niveles de iluminación:



Clasificación de nivel de iluminación	Rango de luxes (lx)	Área (m ²)	Áreas relevantes (ver anexo 8.6)
Muy baja	<200	0	
Baja	200-300	71	Oficinas privadas bloque principal (2,5,7,11,12)
Óptima	300-400	89	Oficinas privadas bloque principal (1,3,4,14,15,18,19,21,22)
Demasiado alta	400-600	99	Oficina 3-Atención al público, oficinas de acción social.
Atípicamente alta	>600	55	Sala de reuniones

- El 28% de las áreas tienen niveles óptimos de iluminación,
- El 23% del área de la oficina presenta niveles bajos de iluminación. Sin embargo, los usuarios no han reportado problemas de falta de iluminación, lo cual podría deberse a la presencia de luz natural que ofrece mayor confort y calidad de iluminación.
- En el 39% de las áreas existe el potencial de optimizar los niveles de iluminación y ahorrar energía.

Para recordar iluminación:

- El 91% de la iluminación es tecnología LED eficiente.
- El edificio tiene una densidad de potencia de iluminación eficiente (2,9 W/m²), se alcanzará valores más eficientes con transición a LED y con niveles óptimos de iluminación (evitar zonas sobre-iluminadas).
- No hay equipos de gestión y control. La sectorización actual y el alto potencial de aprovechamiento de iluminación natural permitiría lograr ahorros importantes con sensores presencia/Luz día.
- Hay alto aprovechamiento de iluminación natural en pasillos. Las iluminaciones también tienen al I
- A pesar de que algunas zonas del edificio tienen niveles de iluminación bajos, los usuarios no han reportado problemas de falta de iluminación. Esto podría ser debido a la presencia de luz natural, que ofrece una mayor calidad de iluminación y confort.
- En el 39% de las oficinas, los niveles de iluminación superan los 400 lx lo que genera mayores consumos por iluminación y posibles molestias o cansancio visual en los usuarios. Se recomienda 300-400 lx promedio

5.3. HVAC: Calefacción, Ventilación y Aire acondicionado

El edificio cuenta con:

- Sistemas individuales tipo Mini-Split del tipo frío/calor para aire acondicionado y calefacción,
- Estufas eléctricas para calefacción.

No hay equipos mecánicos utilizados para garantizar las renovaciones de aire de los espacios.



Equipo Mini Split utilizado para AA y calefacción (eléctrico) – Fuente: Visita



El 91% de los espacios utiliza aire acondicionado o calefacción, hay un pasillo que cuenta con aire acondicionado, lo que no se considera una buena práctica debido a que no es una zona de ocupación continua.

Los equipos HVAC utilizados son individuales, esto ocasiona:

- Menor eficiencia,
- Mayor cantidad de circuitos de tuberías,
- gran cantidad de condensadoras o equipos exteriores, que invaden espacios que técnicamente no han sido concebidos para este tipo de uso, como son las ventanas y espacios de las fachadas principalmente,
- flujo e inversión constante de repuestos para reposición de partes de los múltiples sistemas existentes,
- mayor tiempo de mantenimiento.

Se observó un pasillo con el uso de aire acondicionado y que la mayoría de oficinas utiliza el aire acondicionado con las puertas abiertas. Estas prácticas ocasionan desperdicios de energía, se recomienda sensibilizar a los usuarios y promover prácticas de uso responsable de los equipos.

5.3.1. Calefacción

5.3.1.1. Eficiencia de los equipos

El edificio cuenta con equipos eléctricos individuales del tipo mini-Split frío/calor y del tipo estufas eléctricas.

- Se usa alrededor de 4 meses al año, durante el invierno y en parte de las estaciones intermedias.
- El uso de estufas a gas es puntual la calefacción principalmente se utiliza con los equipos mini-split.

En cuanto a los equipos mini-Split en modo calefacción, de acuerdo a las fichas técnicas, alrededor del 94% de los equipos tienen eficiencias de COP = 3,5, lo que se puede considerar una buena eficiencia, el restante de los equipos tienen eficiencias bajas de COP=2,8.

Dado que las condiciones climáticas no son extremas, es posible suprimir el uso de calefacción mediante la implementación de medidas pasivas, como el aislamiento térmico de la cubierta, lo que puede generar importantes resultados.

En el edificio hay alrededor de 8 estufas eléctricas estos son equipos de baja eficiencia ya que es casi un tercio de la eficiencia de los equipos mini-split, no se recomienda el uso de estos equipos.

5.3.1.1. Gestión y control

Los equipos son controlados individualmente por los usuarios. Esto puede incrementar el consumo por malas prácticas como: selección de temperaturas inadecuadas, uso de equipos con ventanas o puertas abiertas o por equipos que queden encendidos en periodos de desocupación.

Se recomienda realizar un seguimiento de las prácticas de los usuarios y fomentar las buenas prácticas.

Las estrategias de monitoreo y control se ven limitadas debido a que, para llevarlas a cabo, sería necesario intervenciones importantes en el sistema eléctrico, lo que reduciría el costo-beneficio de estas estrategias. Por lo tanto, se sugiere explorar soluciones alternativas, como las medidas pasivas, que podrían ofrecer resultados más interesantes.

De acuerdo a intercambios con los interlocutores los equipos de calefacción son utilizado con temperaturas entre 21 -24°C. Para calefacción la temperatura recomendada es 21°C.

Cada aumento de 1°C en la temperatura de operación del equipo de calefacción, incrementa en promedio un 8% el consumo eléctrico. Por lo tanto, las temperaturas seleccionadas pueden optimizarse, ya que en algunos casos se solicitan 2-3°C más que la temperatura óptima. Se recomienda sensibilizar a todos los usuarios para que adopten temperaturas por debajo de los 21°C mientras que los equipos funcionan en modo calefacción.

5.3.2. Aire acondicionado-AA

5.3.2.1. Eficiencia de los equipos

Los equipos utilizados son individuales del tipo mini-Split, la eficiencia promedio esta alrededor COP = 3,3 lo que se puede considerar una buena eficiencia para este tipo de equipos.

El aire acondicionado se utiliza unas pocas semanas al año, durante la temporada más caliente del verano.

Dado que el edificio se utiliza principalmente durante las horas de menor exposición al calor, es decir, durante la mañana, y que las condiciones climáticas indican una baja necesidad de aire acondicionado, resulta factible suprimir el uso de aire acondicionado de manera efectiva.

Optimizando la ventilación natural e implementando medidas pasivas como ventilación natural nocturna, aislamiento de cubiertas, entre otras: se mejorará el desempeño térmico del edificio y se podría evitar usar AA.

De acuerdo a intercambios con los usuarios, el AA se usa las semanas de mayor calor del verano, en estaciones intermedias, la ventilación natural es suficiente.

5.3.2.2. Gestión y control

Este análisis es similar a lo presenta en la gestión y control de los equipos de calefacción presentado previamente. A diferencia que las malas prácticas en la temperatura se dan cuando solicitamos temperaturas muy bajas cuando los equipos están funcionando en modo aire acondicionado.

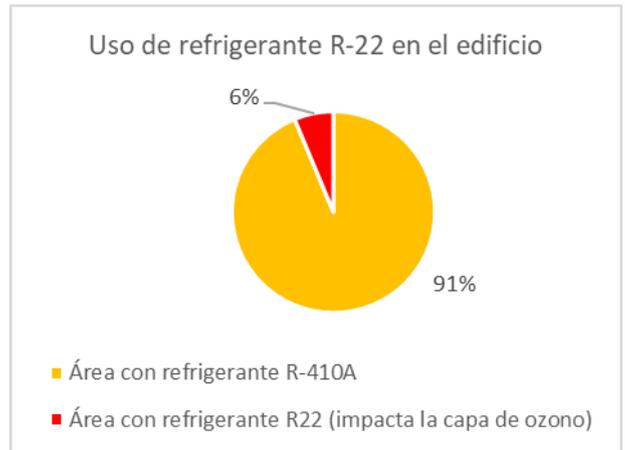
Durante la visita se observó que el 80% de los equipos estaban configurados para operar a temperaturas de 24-25°C, mientras que el 20% restante operaba a temperaturas de 21°C. Es importante tener en cuenta que la temperatura recomendada para el aire acondicionado es de 26°C, y si se acompaña con el uso de ventiladores, la temperatura recomendada es de 27°C.

5.3.3.Refrigerantes aire acondicionado y calefacción

De acuerdo a las placas de los equipos, se estima que por lo menos el 6% de los equipos utiliza R-22,

El refrigerante R22 es de tipo HCFC: hydrochlorofluorocarbure, sus componentes tienen impacto sobre la capa de ozono. El uso de estos refrigerantes está reglamentado por el protocolo de Montreal.

Los equipos que usan R-22 se asocian a equipos antiguos y de baja eficiencia por lo que su renovación implica un impacto positivo sobre la capa de ozono y la eficiencia energética.



5.3.4.Ventilación mecánica

El edificio no cuenta con sistemas de extracción y suministro para garantizar las renovaciones de aire, únicamente con sistemas de ventilación natural como se presenta en la sección 3.4.

Para recordar Calefacción, Aire acondicionado y Ventilación Mecánica:

- Los equipos utilizados para **calefacción y AA son individuales. La mayoría de buena eficiencia.**
 - Del área considerada en la auditoria: el **88% tiene calefacción, se usa** alrededor de 4 meses al año.
 - Del área considerada en la auditoria, el **91% tiene aire Acondicionado**, se usa unas pocas semanas en el año
 - Los equipos de calefacción y aire acondicionado **sin gestionado de manera individual por los usuarios, se pueden tener malas prácticas como dejarlos encendidos o utilizar temperaturas inadecuadas. De acuerdo la visita y a intercambios con los usuarios:**
 - La calefacción es usada entre 21-24°C, la temperatura recomendada es de 21°C
 - El AA se usa entre 21-25°C, la temperatura recomendada es de 26°C y 27 con ventiladores
- Cada grado centígrado fuera de la temperatura recomendada incrementa el consumo en alrededor de un 8%.
- De acuerdo al análisis bioclimático, **estrategias como aislamiento térmico de la cubierta son eficientes para reducir pérdidas de energía por calefacción y AA**, mejorar el confort y así disminuir los consumos.
 - Se estima que el **6% de los equipos de calefacción y AA utiliza refrigerante R-22**, el cual tiene un impacto negativo sobre la capa de ozono, el uso de este refrigerante se asocia a equipos antiguos y de baja eficiencia, su renovación permite lograr ahorros energéticos.

5.4. Plomería

El sistema hidrosanitario del edificio no cuenta con bombas mecánicas para circular el agua, adicionalmente, no hay sistema de red contra incendios.

5.5. Otros equipos

Durante el recorrido, se identificaron equipos varios que representan un consumo energético significativo para el edificio, en la siguiente tabla se identifican los equipos y su potencia de operación asociada:

Cantidad	Aparatos eléctricos	Potencia (W) *
12	Teléfonos	2,5
2	Impresora láser – Tirada media	500
8	Impresora láser – Tirada corta	300
5	Televisores 43"	175
1	Otras cargas misceláneas, parlantes, cargadores celulares, otros elementos eléctricos de oficina, etc..	1,5 W/m2 en el área de auditoría

*Las potencias corresponden a las fichas técnicas de acuerdo a la visita técnica o con información sobre productos comerciales similares a los observados en la visita.

Las impresoras, televisores tienen consumos representativos en reposo, es recomendable sensibilizar a los usuarios para que estos equipos se desconecten en los periodos de desocupación noches, fines de semana, vacaciones.

Hay equipos varios de uso puntual, sensibilizar a los usuarios en el buen uso permite ahorrar energía.

- Resulta fundamental concientizar a los usuarios sobre la importancia de mejorar sus prácticas en el consumo de energía, como, por ejemplo, **desconectar equipos que no estén siendo utilizados (especialmente impresoras)** durante períodos de inactividad, lo que permite ahorrar energía sin necesidad de realizar inversiones adicionales.

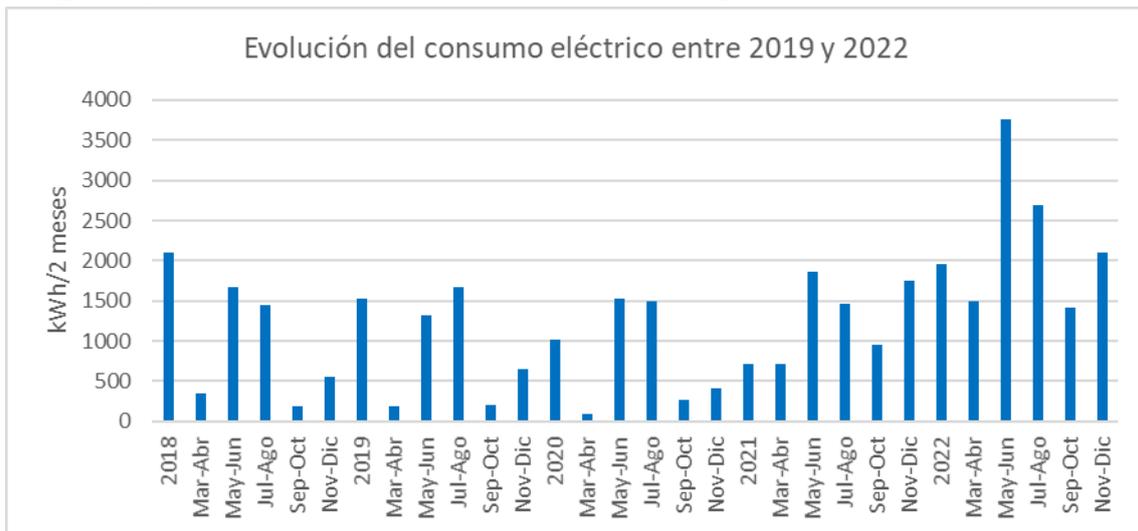
6. Análisis Energético

6.1. Facturas y análisis de los consumos reales

La empresa comercializadora de energía es Cooperativa de Servicios Ruta J LTDA.

El edificio únicamente tiene consumo eléctrico. El edificio no cuenta con servicios de Gas ni tampoco cuenta con grupo electrógeno de respaldo.

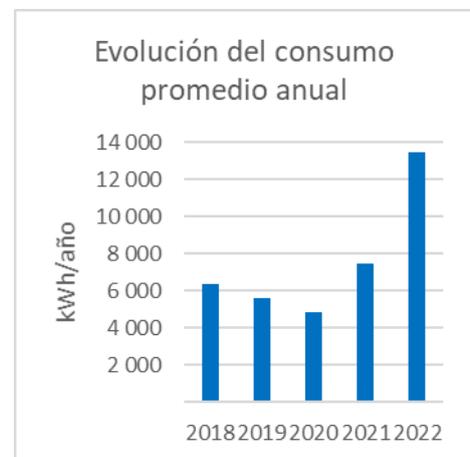
El siguiente gráfico permite observar la evolución del consumo energético total mensual en kWh del edificio.



*La factura eléctrica se emite cada dos meses

Evolución de los consumos en kWh entre 2019 y 2022– Fuente: registro consumo energético Caseros

Consumo eléctrico (kWh)					
Mes	2018	2019	2020	2021	2022
Ene-Feb	2 104	1 523	1 023	708	1 957
Mar-Abr	348	190	95	708	1 503
May-Jun	1 670	1 319	1 529	1 856	3 756
Jul-Ago	1 453	1 666	1 498	1 459	2 693
Sep-Oct	187	210	263	958	1 409
Nov-Dic	557	657	417	1 745	2 095
Promedio anual	6 319	5 565	4 825	7 434	13 413
Promedio mensual	527	464	402	620	1 118



Registro de consumo en kWh entre 2017 y 2020– Fuente: seguimiento Muni. Caseros y facturas eléctricas

Los datos de 2020 y 2021 son poco representativos debido a la anomalía por la emergencia del COVID-19.

Entre 2018 y 2019 se observa reducción del consumo energético del 11%, puede ser asociado a obras de eficiencia energética como transición a iluminación LED y seguimiento de la eficiencia energética.

Entre 2019 y 2022 el consumo energético creció 2,4 veces principalmente asociado a la implementación de nuevos equipos de climatización y mayor uso de los mismos.

- En 2019, los consumos en temporadas intermedias fueron bajos debido a la falta de uso de los equipos de climatización, mientras que en 2022 han aumentado por el mayor uso de estos equipos, aunque estos podrían evitarse fácilmente con una mayor sensibilización por la baja severidad del clima.

Se tomará como línea base el consumo promedio de 2022, para este análisis identificaremos también la línea base de invierno y de verano. Estos son indicadores muy importantes para hacer seguimiento del desempeño energético del edificio.

Línea base		
Anual (2022)	Invierno (jun-22/ago-22)	Verano (dic-22/feb-22)
13 413 kWh/año	1 524 kWh/mes	1 002 kWh/mes
41,3 kWh/m2/año		

- Se toma como línea base el promedio anual 43,3 kWh/m2/año.
- Se observa que la temporada con mayor demanda energética es invierno, con una línea base de 1 524 kWh/mes, mientras que verano tiene una línea base de 1 002 kWh/mes. Lo que concuerda con la severidad del clima estudiada previamente.

6.1.1. Análisis del precio del kWh

Mes	Costo del kWh (ARS)				
	2018	2019	2020	2021	2022
Ene-Feb	0,2	0,4	8,6	33,8	10,2
Mar-Abr	4,1	3,0	10,9	9,9	6,8
May-Jun	0,3	0,5	8,8	8,6	3,4
Jul-Ago	0,3	0,4	1,5	12,8	20,5
Sep-Oct	2,5	8,8	3,7	2,5	23,5
Nov-Dic	0,8	1,3	8,4	10,7	27,2
Promedio anual	1,4	2,4	7,0	13,1	36,2



Evolución del precio del kWh eléctrico entre 2018 y 2022– Fuente: Muni. Caseros

La gráfica muestra la evolución del costo por kilovatio-hora (kWh) de acuerdo a los registros proporcionados por los interlocutores. Se observa un notable incremento en el precio del kWh durante los últimos años, lo cual se atribuye principalmente a factores relacionados con la inflación.

Para los cálculos de la línea base y de impacto de las estrategias de energía se tomará como referencia el precio del kWh más reciente es decir Nov-Dic de 2022. **kWh-ele (Eléctrico) = 27,2 ARS/kWh**

Por el crecimiento del precio del kWh **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.

6.1.1. Análisis de los costos del consumo energético

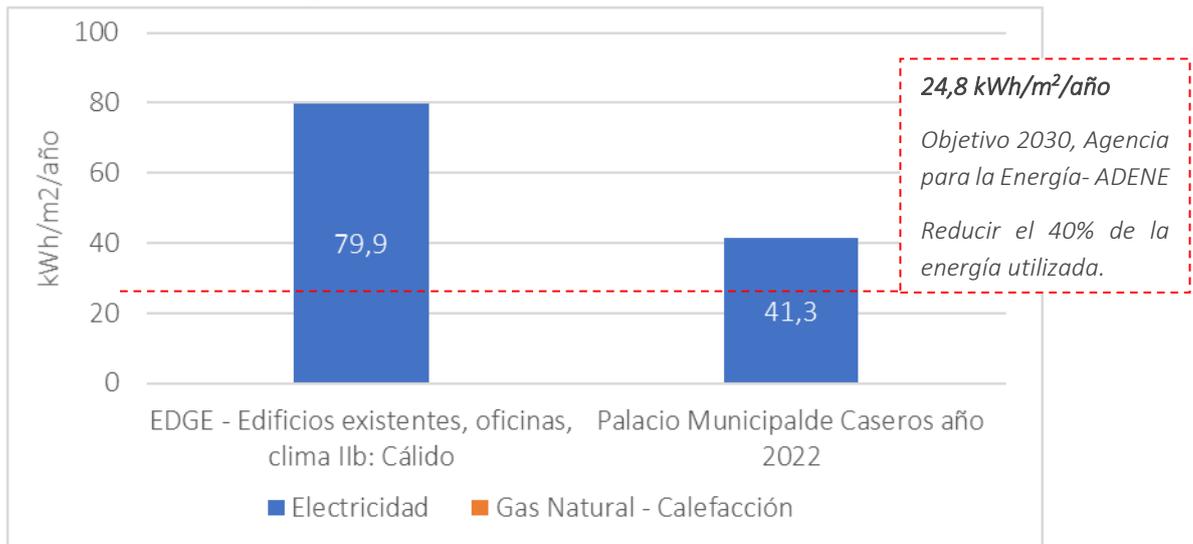
Considerando los costos más recientes de la energía y el consumo de línea base (2022), se tiene que los gastos asociados al consumo energético corresponden a 364 834 ARS.

6.2. Punto de referencia

Para tener un punto de vista sobre los datos de consumo del edificio, se hizo una comparación con los datos de la herramienta EDGE, que corresponde al consumo promedio de la tipología oficinas en la misma zona climática. Siguiendo las iniciativas internacionales de la “Agencia para la Energía- ADENE” y la adhesión de la RAMCC a su protocolo, se sugieren los siguientes objetivos a cumplir para el año 2030 en edificios públicos:

- Reducir el 40% de la energía utilizada. 5% proveniente de la renovación bioclimática de edificios.

- 10% de la energía proveniente de autoconsumo a partir de energías renovables.
- Reducir 20% el consumo de agua.



Comparación del consumo con otros indicadores y metas de ahorro energético— Fuente: EDGE y Muni. Caseros

Al comparar el consumo del edificio con el consumo de un edificio tipo EDGE de la misma tipología y en el mismo clima, se puede concluir que el edificio en cuestión presenta un bajo consumo energético. De hecho, su consumo energético es aproximadamente la mitad del consumo de referencia en la zona, lo que muestra que puede tener consumos eficientes y lograr grandes ahorros requerirá esfuerzos importantes.

Lograr los objetivos de la agencia para la Energía-ADENE, requerirá esfuerzos importantes. Los objetivos en valor relativo (% de reducción) se ajusta a edificios de alto consumo energético, y los objetivos en valor absoluto (kWh/m²/año) cuando hay bajo consumo o ya se han puesto en marcha. Para el edificio del municipio de caseros se recomiendan más los objetivos en valor absoluto.

Sin embargo, se han identificado líneas de mejora que permitirán reducir el consumo energético, por ejemplo, con medidas pasivas se podrá evitar el uso de aire acondicionado y calefacción que se espera serán los consumos más representativos.

Además, ya que el edificio tiene bajos consumos, utilizar energías alternativas para cubrir un buen porcentaje del consumo energético no requeriría muchos esfuerzos comparado con edificios de alto consumo como por ejemplo la línea base planteada por EDGE.

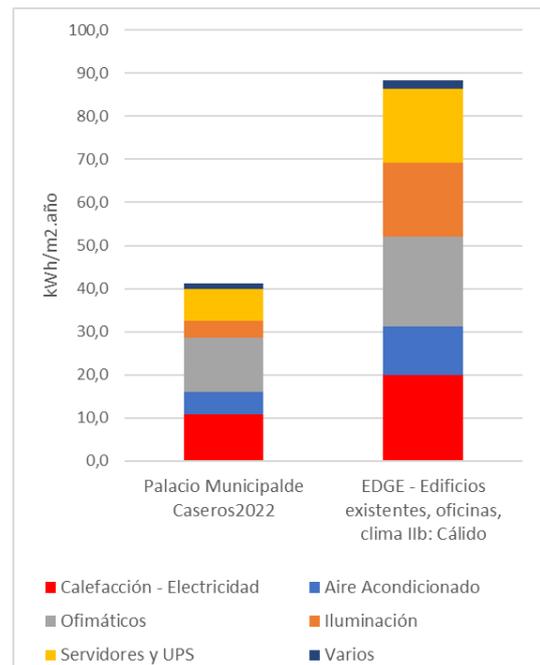
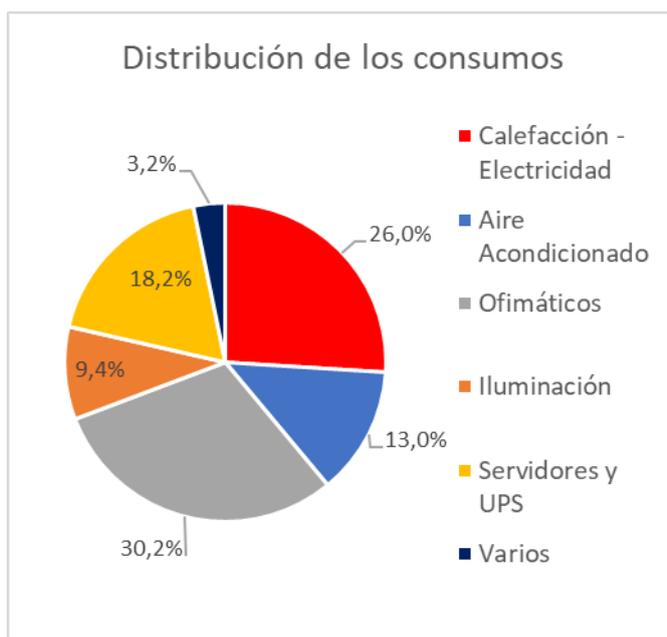
6.3. Distribución de consumos

A continuación, se presenta la distribución del consumo de energía por categoría. Esa distribución fue estimada según el inventario de equipamiento junto con sus características de uso para 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 8.5).

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

Categorías	Distribución teórica (%)	Consumo promedio anual por m2 (kWh/m ² -año)	Consumo anual teórico por categoría (kWh)	Valor* facturado anual estimado por categoría* (ARS)
Calefacción eléctrica	26,0	10,7	3 488	94 861
Aire acondicionado	13,0	5,4	1 744	47 430
Ofimáticos	30,2	12,5	4 050	110 168
Iluminación	9,4	3,9	1 258	34 225
Servidores y UPS	18,2	7,5	2 446	66 533
Varios	3,2	1,3	427	11 615
Total energía	100,0	41,3	13 413	364 834

* Se utilizó el precio del kWh de Nov-Dic 2022: 27,2 ARS para energía eléctrica.



Estimación de la distribución de los consumos del edificio y comparación con el consumo de un edificio tipo de oficinas ubicado en la misma zona climática utilizando la herramienta EDGE— Fuente: TERA0

Análisis

- El consumo energético del edificio es de **41,3 kWh/m²/año**, lo cual se puede considerar eficiente, ya que equivale aproximadamente a la mitad del consumo registrado en los edificios EDGE de la misma tipología y ubicados en la misma zona climática.
- Los ofimáticos representan el 30,2% del consumo energético total del edificio y son los que más energía consumen. Debido a la densidad de los equipos de torre, que consumen más energía que los portátiles. Sin embargo, se pueden lograr ahorros mediante la sensibilización, la adopción de buenas prácticas de uso y la selección de equipos portátiles en futuras renovaciones. Las estrategias sobre estos equipos tendrán un impacto significativo.
- El consumo energético de la calefacción es del 26% del consumo energético final total. Sin embargo, es posible reducir o incluso evitar este consumo mediante la adopción de medidas pasivas y sensibilización. Una de las razones por las que el edificio consume menos energía que otros es que tiene una buena estanqueidad e inercia térmica.
- El consumo energético del aire acondicionado en el edificio representa el 13% del consumo energético final total. Aunque existe una alta densidad de equipos en el edificio, se utilizan únicamente durante unas semanas del año, en los días más calurosos del verano.
Además, el clima en verano no es severo y el edificio se utiliza principalmente durante las horas de la mañana, cuando las temperaturas son más bajas. Para reducir el consumo de aire acondicionado, se podrían implementar mejoras en los sistemas de ventilación y adoptar medidas pasivas para mejorar la eficiencia energética del edificio.
- El consumo de iluminación corresponde al 9,4% del consumo total de las instalaciones, es eficiente ya que en algunos pasillos se aprovecha de iluminación natural, hay buena sectorización de la iluminación, y se ha avanzado significativamente en la transición a iluminación LED.
- El consumo de servidores y UPS es común para edificios de esta tipología, generan un consumo constante para el edificio.
- Los consumos de equipos varios tienen una participación del 3,2% en los consumos totales, se recomienda buenas prácticas como desconectarlos en horarios de desocupación como noches y fines de semana.

Para recordar - Consumos:

- Entre 2019 y 2022 el consumo energético creció 2,4 veces principalmente por la implementación de nuevos equipos de climatización y mayor uso de los mismos.
- El costo de la energía aumenta considerablemente cada mes principalmente por temas de inflación. **Se tomará como referencia el precio de la energía de Nov-Dic2022 de 27,2 ARS.**
- **El edificio presenta un consumo energético de 41,3 kWh/m²/año, lo que se considera eficiente**, ya que equivale a la mitad del consumo registrado en los edificios EDGE de la misma tipología y ubicados en la misma zona climática. **No obstante, se han identificado algunas oportunidades de ahorro energético** que podrían mejorar aún más la eficiencia del edificio.
- **Ofimáticos es el 30,2%** del consumo total y el mayor uso de energía. Es alto porque hay mayor densidad de equipos de torre que consumen mucha más energía que los portátiles. Las estrategias sobre estos equipos tendrán buen desempeño energético.
- La calefacción y el aire acondicionado representan el 26% y 13% del consumo energético final total. Se identifica una alta oportunidad de ahorro mediante sensibilización y medidas pasivas para reducir o evitar su uso.
- **La iluminación es el 9,4 % del consumo total**, es eficiente por aprovechamiento de de iluminación natural, hay buena sectorización y se ha avanzado significativamente en la transición a iluminación LED,
- De acuerdo a **la Agencia para la Energía- ADENE**, de la cual hace parte la RAMCC y así Caseros, para 2030 se tiene el objetivo de reducir el consumo energético final en un 40%. Se tendría una **meta de 24,8 kWh/m²/año. Se requieren esfuerzos importantes para lograrlo.**



7. Plan de eficiencia energética

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

- Acciones sobre el uso del edificio y sus equipos.
- Acciones de sensibilización a los usuarios.
- Acciones sobre la envolvente.
- Acciones sobre los equipos: eficiencia y gestión.
- Acciones sobre medición y monitoreo de los consumos.
- 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 el último reposte de la Red Argentina de Energía Eléctrica disponible en su página oficial, correspondiente a 2019, que publicó el factor marginal de emisión de gases de efecto invernadero del SIN (Sistema Interconectado Nacional) y el factor de emisiones de gases de efecto invernadero para el uso de gas natural.

- Factor de conversión consumo de energía eléctrica = 0,4071 tCO₂/MWh.

Para la estimación de los ahorros financieros, se tomó los precios de la energía correspondientes al valor facturado en nov-dic de 2022: kWh-ele (Eléctrico) = 27,38 ARS/kWh

7.1. Resumen de las propuesta y priorización de las mejoras

Estrategias de ahorro de energía									
	Propuestas de Mejoría	Ahorro económico (ARS/año)	Ahorro energético (kWh/Año)	Ahorro ambiental (kgCO2/año)	Inversión	Oportunidad	Escenario ligero	Escenario medio	Escenario
1	Buenas prácticas en uso de equipos Ofimáticos y en temperaturas en cuartos de Racks.	17 300	638	260	--	★★★★★			
2	Programa de sensibilización para el manejo de las temperaturas de uso de los equipos de calefacción y AA.	20 500	753	307	--	★★★★★			
3	Cambio de luminarias fluorescentes por tecnología LED y optimización de los niveles de iluminación e implementación de sensores de presencia.	3 500	130	53	\$	★★★★★			
4	Implementación de equipos de gestión de la iluminación: sensor de presencia y luz día.	7 700	284	116	\$	★★★★★			
5	Optimización de los mecanismos de ventilación para evitar el uso de AA en verano.	10 200	374	152	\$\$	★★★★★			
6	Implementación de aislamiento térmico en la cubierta.	48 300	1 774	722	\$\$\$\$	★★★★★			
7	Implementación de paneles fotovoltaicos en cubierta para cubrir el 24% del consumo eléctrico.*	88 100	3 240	1 319	\$\$\$\$	★★★★★			

Escenario	Ahorros financieros (ARS/año)	Ahorros energéticos (kWh/año)	Ahorros GEI (kgCO2/año)
Ligero	37 692	1 386	564
Medio	97 891	3 599	1 465
Ejemplar	186 019	6 839	2 784

7.2. Descripción de las acciones de renovación

1- Buenas prácticas en uso de equipos Ofimáticos y en temperaturas en cuartos de Racks.

Oportunidad: ★★★★★

Planificación de Trabajo: Inmediata

Resumen de la propuesta de mejoría



Programación Ofimáticos

Los equipos ofimáticos tienen la posibilidad de activar los modos de apagado de pantalla, suspensión e hibernación después de determinado tiempo sin actividad de los equipos.

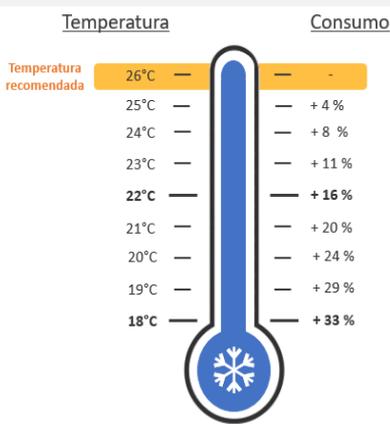
En la visita se observó varios equipos ofimáticos sin uso y encendidos. Para la programación de los equipos se recomienda:

- Apagado de pantalla: Luego de 5-10 minutos,
- Activar modo suspendido o hibernación: Luego 15-20 minutos,

Por lo cual, cada usuario dispone del uso inmediato de estas estrategias que alcanzan un 15% de ahorro sobre el consumo energético de los ofimáticos.

Se recomienda que la estrategia sea implementada con el apoyo del equipo de informática o de las TIC del edificio, para garantizar su correcta implementación.

Temperaturas de AA en Cuartos de Racks



Desde 2015, la ASHRAE (Sociedad Americana de Ingenieros de Calefacción, Refrigeración y Aire Acondicionado) señala que los equipos localizados en datacenters pueden operar con temperaturas entre 15-32 ° C, para una higrometría entre 8 y 80%.

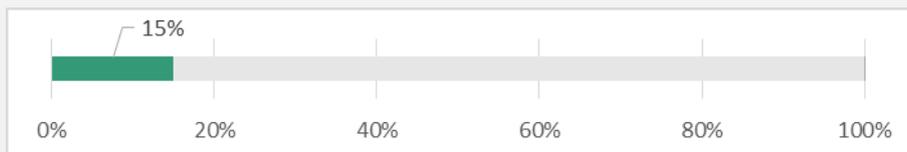
Durante la visita se observó que los equipos de AA en estos cuartos operan a 24°C. Desde el punto de vista energético, esta es una temperatura que puede optimizarse ya que ocasiona mayores consumos energéticos, Siguiendo las recomendaciones de ASHRAE y con el objetivo usar la energía de una manera más consiente, se recomienda operar los equipos a 26°C, Esta estrategia puede ser implementada directamente por los encargados de los cuartos de servidores.

Esta temperatura tampoco afectaría el confort de los usuarios que utilizan la oficina donde están los equipos.

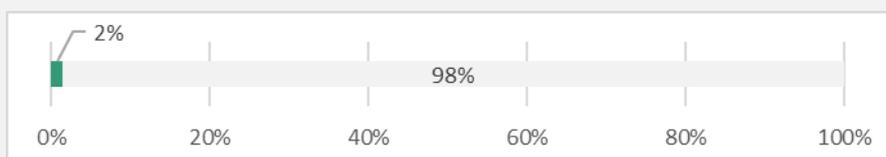
Ahorros

Ahorros financieros por año: 17 347 ARS/año

Ahorros sobre: OFIMÁTICOS



Aire acondicionado de los cuartos de Racks



Ahorros energéticos por año	638 kWh/año
Ahorros de emisión GEI	260 kgCO2/año

Comentarios:**Programación ofimáticos:**

- Se estima que la estrategia aplica sobre el 95% del consumo de los computadores. considerando que algunos equipos, por ejemplo, como los portátiles ya cuentan con esta estrategia implementada. Sin embargo, se recomienda sensibilizar a todos los usuarios y verificar la implementación y operación de las recomendaciones.
- Según estudios previos considerando condiciones de uso promedio de un edificio de oficinas, el ahorro energético de un equipo que utiliza programación de apagado de pantalla y suspendido es de alrededor del 15%.
- Se asume que la estrategia es implementada por el equipo de sistemas informáticos del edificio para garantizar la correcta implementación.

Temperaturas de AA en Cuartos de Racks:

TERAO llevo a cabo la simulación energética de un cuarto de servidores tipo y en base a esta identifico el consumo de aire acondiciando en función de la temperatura de operación seleccionada.

El aire acondicionado en este cuarto funciona similar al horario de oficina y se estima que representa alrededor del 8% del consumo de aire acondicionado total del edificio

Los equipos son operados a 24°C, de acuerdo a lo observado durante la visita técnica. Pasar los equipos de 24°C a 26°C genera un ahorro energético de alrededor de 18%.

Así, el ahorro sobre los consumos de aire acondicionado corresponden a $8\% * 18\% = 2\%$

Factibilidad

Perturbación	Sin perturbación: <ul style="list-style-type: none"> - Tiene costo económico muy bajo o casi nulo, - puede implementarse con facilidad y directamente por personal del edificio, - no afecta las actividades normales del edificio.
Posibilidad de planeación de implementación	La implementación puede ser inmediata.

Costos y retorno	Cantidad	Precio Unitario	Total
Inversión total			0 COP
Periodo de recuperación			Inmediato

Comentarios: La implementación de esta estrategia depende del compromiso y concientización de los usuarios y de las personas de mantenimiento para el uso de estas herramientas de ahorro. Debe recalarse que es una estrategia que no tiene costo asociado de inversión.



2- Programa de sensibilización para el manejo de las temperaturas de uso de los equipos de calefacción y aire acondicionado.

Oportunidad: ★★★★★

Planificación de Trabajo: Inmediata

Resumen de la propuesta de mejoría

La mayor parte del edificio cuentan con calefacción y aire acondicionado, los cuales son operados con temperaturas que generan mayores consumos energéticos.

Según la zona climática, el estándar de confort ASHRAE 55 y recomendaciones de los fabricantes se recomienda utilizar temperaturas de operación adecuadas que disminuyan los consumos energéticos quedándose dentro de los rangos de confort.

Se recomienda que se sensibilice a los usuarios o que los equipos sean gestionados por ejemplo por el equipo de vigilancia y se adopten temperaturas eficientes en los controles:



Selección temperaturas verano / invierno – Fuente: U. de Murcia

Tipo de acondicionamiento	Temperatura recomendada
En invierno para calefacción	21°C o menos
En verano para aire acondicionado	26°C y si hay uso de ventiladores 27°C o mas

- Si el equipo está funcionando en modo calefacción y seleccionamos temperaturas superiores a 21°C, cada grado centígrado más representa un incremento de alrededor del 8% en el consumo energético.
- Si el equipo está funcionando en modo AA y seleccionamos temperaturas inferiores a 26°C, cada grado centígrado menos representa un incremento de alrededor del 8% en el consumo energético.

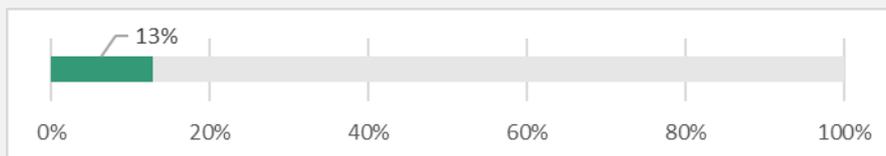
Las recomendaciones de temperatura aplican para todo tipo de equipos de calefacción y aire acondicionado, sin embargo, en el edificio únicamente los mini-Split cuentan con controles que facilitan su gestión.

Con respecto a las estufas electricas se recomienda evitar el uso de estos equipos ya que su eficiencia es casi 1/3 de la de los equipos mini-split.

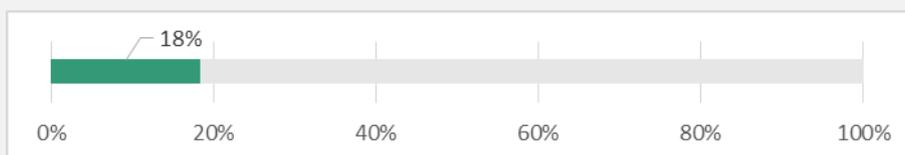
Ahorros

Ahorros financieros por año: 20 490 ARS/año

Ahorros sobre: Calefacción



Aire Acondicionado



Ahorros energéticos por año	753 kWh/año
Ahorros de emisión GEI	307 kgCO2/año

Comentarios:**Calefacción con equipos Mini-Split**

- De acuerdo a los intercambios con usuarios e interlocutores se estima los siguientes usos de temperaturas y el ahorro asociado.

Temperatura de operación (°C)	Porcentaje de áreas a aplicar	Ahorros	Ahorro sobre el consumo total de calefacción
21°C o menos	30%	--	--
23-->21	50%	16%	8%
24°C o más-->21°C	20%	24%	5%
Total			13%

Aire acondicionado con equipos Mini-Split

- De acuerdo a la visita se identificó los siguientes usos de temperaturas y el ahorro asociado.

Temperatura de operación (°C)	Porcentaje de áreas a aplicar	Ahorros	Ahorro sobre el consumo total de calefacción
26°C	10%	--	--
24-->26	80%	16%	13%
21°C o menos-->26°C	20%	24%	5%
Total			18%

Implementando mejores prácticas en las temperaturas seleccionadas en los equipos de calefacción se alcanza un ahorro del 18% en el consumo energético de los equipos.

Factibilidad

Perturbación	<p>Sin perturbación</p> <ul style="list-style-type: none"> - Las temperaturas de operación se definen según estándares de confort, - Implementar la estrategia no tiene costos económicos para la entidad, puede ser implementada directamente por personal del edificio. - No afecta la realización de las actividades normales del edificio.
Posibilidad de planeación de implementación	Se puede planear inmediatamente, es una estrategia sin costo, puede ser implementada directamente por el personal del edificio.

3- Cambio de luminarias fluorescentes por tecnología LED y optimización de los niveles de iluminación.

Oportunidad: ★★★★★

Planificación de Trabajo: corto plazo

Resumen de la propuesta de mejoría

Se recomienda sustituir las luminarias ineficientes del tipo fluorescente o fluocompactas por luminarias LED, adicionalmente se recomienda que las renovaciones que se realicen implementen diseños que garanticen niveles de iluminación eficientes es decir entre 300-400 lx para áreas de oficina.



Ejemplo de Luminaria LED T8

Las luminarias LED:

- Consumen alrededor de un 50% menos que luminarias fluorescentes,
- El sobrecosto se recupera alrededor de los 3 años,
- Tienen una vida útil alrededor de 5 veces a la de las luminarias fluorescentes.

Es importante seleccionar el tipo de luminarias y la distribución en función de uso de los espacios y las zonas de trabajo, para evitar zonas sobre iluminadas, que ocasionan desperdicios de energía y cansancio visual.

Para garantizar esto, se recomienda que las renovaciones sean acompañadas de fotometrías que garanticen niveles de iluminación de acuerdo a la siguiente tabla y evitar niveles de iluminación superiores:

Durante la visita, con las mediciones realizadas se observó que algunas zonas tienen niveles de iluminación superiores a los recomendados.

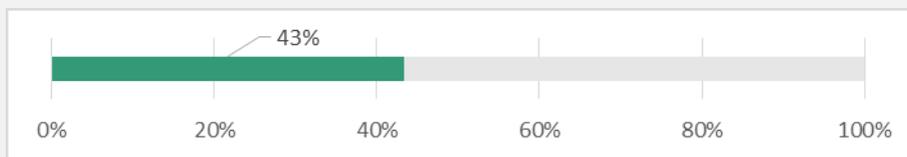
Uso del espacio	Rango de Niveles de iluminación
Oficinas, salas de conferencia	300-400 lx
Circulaciones	100-200 lx
Baños	100-150lx

Nota: En el caso de existir una política de la empresa o reglamentación local, acatar los valores más cercanos a las recomendaciones de la tabla de la izquierda.

Ahorros

Ahorros financieros por año: **3 541 ARS/año**

Ahorros sobre: Iluminación



Ahorros energéticos por año

130 kWh/año

Ahorros de emisión GEI

53 kgCO2/año

Comentarios: Al lograr una transición total de iluminación fluorescente a LED y adoptando los niveles de iluminación óptimos en las zonas sobre iluminadas se estima que:

Densidad de potencia de iluminación actual	Densidad de potencia de iluminación luego de la renovación	Ahorro
5,3 W/m ²	3 W/m ²	43%



Factibilidad	
Perturbación	Perturbación mediana, <ul style="list-style-type: none"> - Se deben intervenir las áreas de oficinas y puede afectar algunos días las actividades normales del edificio, - Puede ser implementada en paralelo con la estrategia 4-Implementación de equipos de gestión de la iluminación.
Posibilidad de planeación de implementación	Se puede planear a corto plazo o por etapas iniciando con las luminarias que más se usan al día, se pueden desarrollar las intervenciones en periodos de desocupación. Requiere una inversión mediana.

4- Implementación de equipos de gestión de la iluminación: sensor de presencia y luz día	Oportunidad: ★★★★★
	Planificación de Trabajo: Mediano plazo

Resumen de la propuesta de mejoría

Opción 1

Se recomienda implementar sensores de presencia con apagado automático por niveles de iluminación natural, lo que permitirá que la iluminación:

- Se encienda únicamente en los espacios ocupados,
- se mantenga apagada cuando el aporte por iluminación natural es suficiente.

A continuación, se presenta un ejemplo de las especificaciones del tipo de sensor recomendado.

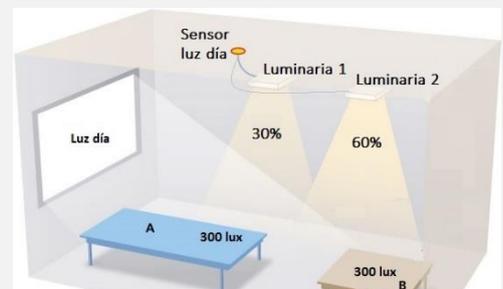
CARACTERÍSTICAS		Funciones Adicionales
VOLTAJE:	120VAC 50/60 Hz	El sensor ASR02 incluye varios modos de trabajo y ajustes útiles para lograr el máximo ahorro de energía en la instalación: <ul style="list-style-type: none"> - Modo de ahorro por luz natural: El sensor apagará automáticamente las luminarias cuando el nivel de iluminación detectado sea superior al nivel configurado. - Ajuste de retardo: Permite ajustar el tiempo que el sensor mantendrá la iluminación encendida después de no detectar ningún movimiento.
CARGA MAXIMA INCADESCENTE:	800W	
CARGA MAXIMA CFL Y LED:	200W	
IP:	20	
RANGO DE DETECCION:	360°	
DISTANCIA DE DETECCION:	6m. Max	
CODIGO RETILAP:	TIC3	
TIEMPO MINIMO:	10sec ± 3sec AJUSTABLE	
TIEMPO MAXIMO:	7min ± 2min AJUSTABLE	
LUZ AMBIENTE :	<3 - 2000 LUX AJUSTABLE	
ALTURA DE MONTAJE:	2.2 - 4m	
VELOCIDAD DE DETECCION DE MOVIMIENTO:	0.6-1.5 m/s	

Características y funciones de un sensor de presencia con fusión de ahorro por luz natural – Fuente: TERA0

Opción 2

Se recomienda implementar sensores de presencia con atenuación de las luminarias en función de los aportes de iluminación natural, lo que permitirá que la iluminación:

- Se encienda únicamente en los espacios ocupados,
- Las luminarias operen a una potencia menor según sean los aportes de iluminación natural y se mantenga apagada cuando la iluminación natural es suficiente.



Ejemplo de la operación de un sensor luz día con luminarias dimerizables

Como se observa en la gráfica de la izquierda la luminaria más cercana a la ventana requiere emitir menos luz y por lo tanto consumir menos energía para garantizar 300 lx sobre los puestos de trabajo.

Para implementar la opción 2, es necesario que las luminarias utilizadas especifiquen en su ficha técnica que son dimerizables.

En el análisis de esta propuesta se considera la opción 1, ya que permitiría lograr buenos ahorros energéticos sin la necesidad de incurrir en altos costos económicos obteniendo un retorno mayor de la inversión.

También es necesario sensibilizar a los usuarios para que aprovechen más la iluminación natural abriendo con mayor frecuencia las cortinas.

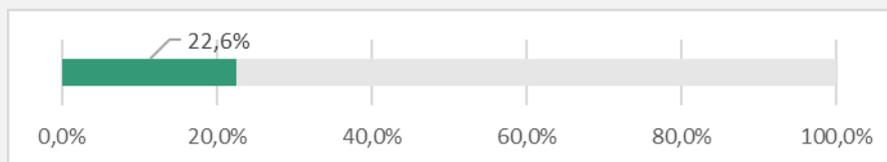
Esta estrategia es aplicable a todas las zonas, independiente de su uso (oficinas, pasillos, baños, etc.), los sensores del tipo infrarrojo permiten tener una alta precisión que evita alterar las condiciones de confort.

El sensor luz día debe ser programado de acuerdo a los niveles de iluminación óptimos presentados en la estrategia de renovación de iluminación, implementar esta 2 estrategias en conjunto permite resultados más eficaces.

Ahorros

Ahorros financieros por año: 7 735 ARS/año

Ahorros sobre: Iluminación



Ahorros energéticos por año

284 kWh/año

Ahorros de emisión GEI

116 kgCO₂/año

Comentarios: Los ahorros corresponden a implementar la opción 1 descrita previamente

- De acuerdo al estándar AHSRAE 90.1 sobre eficiencia energética de edificios, implementar sensores de presencia puede alcanzar un ahorro promedio del 10%.
- De acuerdo a simulaciones energéticas dinámicas realizadas por TERA0 en el software Design Builder, se ha identificado que para el porcentaje de ventanería observado en el edificio (30%) se puede lograr una disminución del tiempo de encendido de las luminarias en un 30%. Se debe considerar que alrededor del 45% de las zonas cuentan con aportes significativos de iluminación natural.

Factibilidad

Perturbación

Perturbación mediana,

- Se deben intervenir las áreas de oficinas y puede afectar algunos días las actividades normales del edificio,
- Puede ser implementada en paralelo con la estrategia **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** renovación de iluminación fluorescente por LED.

Posibilidad de planeación de implementación

Se puede planear a mediano plazo o por etapas iniciando con las zonas que más se usan al día, se pueden desarrollar las intervenciones en periodos de desocupación. Requiere una inversión mediana.





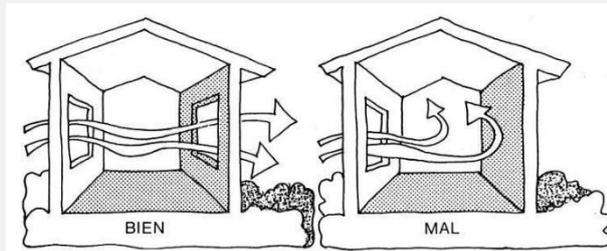
5- Optimización de los mecanismos de ventilación para evitar el uso de AA en verano.

Oportunidad: ★★★★★

Planificación de Trabajo: Mediano plazo

Resumen de la propuesta de mejoría

El análisis del clima y las mediciones realizadas en sitio sugieren que el clima no es demasiado extremo, lo que significa que se puede evitar el uso del aire acondicionado durante el verano y en las estaciones intermedias. Para lograr esto, es importante concientizar a los usuarios del edificio para que trabajen juntos y activar los mecanismos de ventilación natural, como abrir ventanas y puertas.



Ventilación natural eficiente y ruta de los caudales de ventilación natural para el edificio -Fuente: TERA0

Las imágenes anteriores muestran que cuando se activan conjuntamente los mecanismos de ventilación natural, se obtienen los mejores resultados. Por otro lado, si hay elementos que obstruyen la ventilación, las condiciones de confort pueden verse afectadas. Por lo tanto, es importante asegurarse de que los elementos que puedan obstruir la ventilación, como muebles o cortinas, se ubiquen de manera que no impidan la circulación del aire. De esta manera, se pueden crear ambientes agradables y confortables sin la necesidad de recurrir al uso del aire acondicionado.

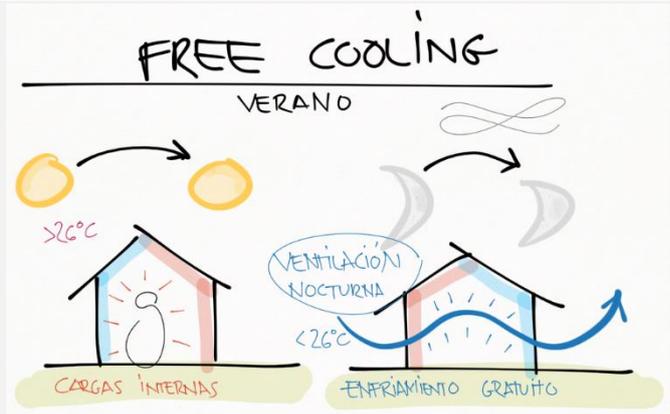


Ventilador de incrustar para incrementar la renovación de aire y fotografía ventilador de incrustar en cielo raso – Fuente: Elicent, visita técnica edificio de Caseros

Se sugiere la instalación de ventiladores empotrados en cielo raso para facilitar la evacuación del aire caliente y viciado. Esto ayudará a mejorar las tasas de renovación de aire y, por ende, a optimizar las condiciones de confort interior. Cabe destacar que esta propuesta no solo mejora el confort, sino también la calidad del aire, lo que representa una ventaja adicional importante.

Como medida complementaria, se sugiere utilizar la ventilación nocturna durante el verano para refrescar el edificio, ya que durante la noche se alcanzan temperaturas de 10°C a 14°C menos que durante el día.

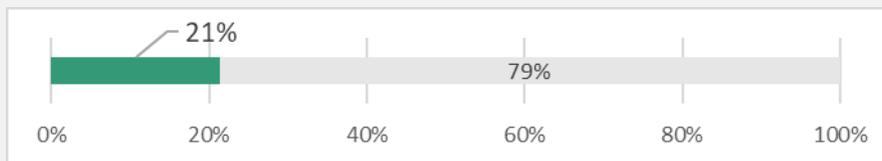
En la imagen de la izquierda se presenta gráficamente el concepto de ventilación natural nocturna – Fuente:angelsinocencio.com



Ahorros

Ahorros financieros por año: 10 171 ARS/año

Ahorros sobre: Aire Acondicionado



Ahorros energéticos por año

374 kWh/año

Ahorros de emisión GEI

152 kgCO2/año

Comentarios:

Los ahorros fueron estimados utilizando una simulación térmica dinámica realizado por TERA0 en el software Design Builder, que permitió evaluar la reducción del tiempo de uso de aire acondicionado.

Para la simulación se tomó la hipótesis que en el caso base de 1 cambio de aire (1 ach) por hora y que con la optimización de los mecanismos de ventilación se alcanzan 5 ach. Los ahorros corresponden a la disminución del tiempo de uso de aire acondicionado por parte de los usuarios.

Factibilidad

Perturbación

Perturbación

- La reducción del tiempo de operación de los sistemas de aire acondicionado se estima considerando los estándares de confort,
- No afecta la realización de las actividades normales del edificio.

Posibilidad de planeación de implementación

Se puede planear a corto o mediano plazo, es una estrategia de bajo costo, puede ser implementada directamente por el personal del edificio.

6- Implementación de aislamiento térmico en la cubierta.

Oportunidad: ★★★★★

Planificación de Trabajo: Mediano plazo

Resumen de la propuesta de mejora

La cubierta actual permite alta transferencia del calor entre el interior y el exterior:

- Durante el invierno, hace que el calor interno se pierda fácilmente ocasionando desperdicios de energía y que el sistema de calefacción tenga que operar por más tiempo.
- Durante el verano, cuando la radiación es fuerte sobre la cubierta permite que el espacio se caliente más fácil y el AA tenga que trabajar por más tiempo.

Se recomienda implementar 5 cm de aislamiento térmico en la capa interior de la cubierta, para prevenir las situaciones mencionadas previamente y ahorrar energía.

Existen soluciones de aislamiento que permiten un acabado estético sin la necesidad de implementar una capa adicional de otro material lo que reduce los costos de inversión inicial. Sin embargo, el cielo raso también ayuda a mejorar el desempeño energético del edificio por lo que se propone mantenerlo.

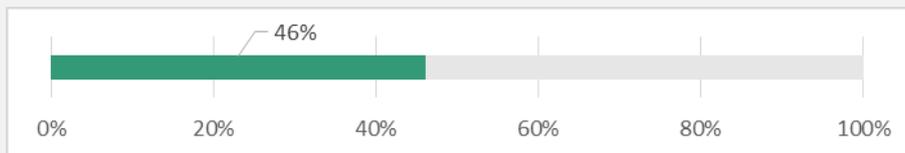


*Ejemplo oficinas con aislamiento térmico de cubierta
– Fuente: FiberGlass*

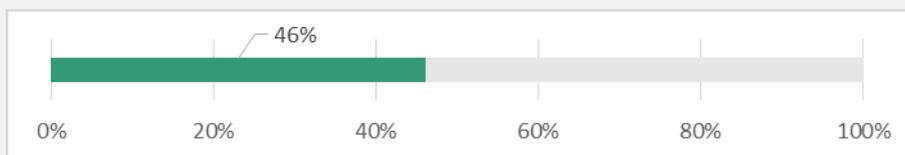
Ahorros

Ahorros financieros por año: **48 265 ARS/año**

Ahorros sobre: **Calefacción**



Ahorros sobre: **Aire Acondicionado**



Ahorros energéticos por año

1 774 kWh/año

Ahorros de emisión GEI

722 kgCO2/año

Comentarios:

Los ahorros fueron estimados utilizando una simulación térmica dinámica realizado por TERA0 en el software Design Builder, que permitió evaluar la evolución del consumo energético del aire acondicionado si se implementa 5 cm de aislamiento térmico en cubierta.

La simulación térmica comparó el caso actual vs el caso propuesto (actual + 5cm de aislamiento).
Se consideró un aislamiento térmico con un coeficiente de conductividad térmica de 0,042 W/m/K.

De acuerdo a la norma IRAM 11 603, hay una clasificación de eficiencia energética en función del aislamiento térmico de los muros y la cubierta.

U [W/m ² K]	Actual	IRAM 11 603	Propuesto
Cubierta	3,9	0,7	0,664

La tabla presenta la conductividad térmica de la cubierta: actual, mínimo recomendado por IRAM 11 603 y propuesto. Permite concluir que la estrategia cumple con los valores mínimos recomendados por la norma.

Factibilidad

Perturbación	- Las obras son rápidas y afectarían muy poco las actividades normales del edificio.
Posibilidad de planeación de implementación	Puede planearse a mediano plazo. Es una estrategia de alto costo, sin embargo, genera grandes ahorros y puede incluso evitar el uso de aire acondicionado y la calefacción.



7- Implementación de paneles fotovoltaicos en cubierta para cubrir el 24% del consumo eléctrico.

Oportunidad: ★★★★★

Planificación de Trabajo: Largo plazo

Resumen de la propuesta de mejoría

Es importante nombrar el orden de implementación ideal de estrategias de eficiencia energética. Se propone el siguiente orden de priorización:

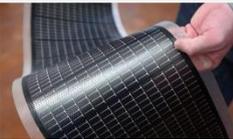
1. Diseño bioclimático y medidas pasivas.
2. Usar equipos eficientes.
3. Implementación de energías renovables.

De ese modo se implementarán energías renovables cuando los consumos se han reducido al máximo.

Se deben considerar dos tipos de paneles:



Paneles "Cristalinos": representan el 90% del mercado mundial. Con una vida útil de al menos 25 años, son de dos tipos: **policristalinos**, con una eficiencia del 14 al 15% (140 a 150 Wp/m²), y **monocristalinos** con una eficiencia superior del 16 al 21% (160 a 210 Wp//m²), pero más caro y recomendado para superficies pequeñas y bien expuestas.



Paneles "Amorfos": tecnología de capas delgadas, permite crear paneles flexibles. El panel amorfo funciona muy bien con poca luz, es decir, incluso cuando la radiación es difusa. Su rendimiento está entre el 6-9%.

Hay diferentes soluciones de instalación dependiendo de los paneles solares instalados:

- **Superpuesto a la cubierta:** en una cubierta plana, los módulos se colocan sobre bastidores. Esto permite obtener un ángulo de inclinación que optimiza la producción de la superficie utilizada al tiempo que asegura la ventilación de la parte posterior del panel.
- **Integración en la cubierta,** como membrana impermeabilizante: en este caso la membrana se compone de dos elementos, una impermeabilización bituminosa/TPO y células fotovoltaicas amorfas. Esta solución permite la reparación de la impermeabilización y aislamiento de la cubierta.

Se recomienda la implementación de una planta fotovoltaica con una capacidad instalada de 4,0 kWp con paneles del tipo monocristalino utilizando el método de instalación suspendido.

Aunque la planta tendrá una producción de 5400 kWh/año, el edificio solo podrá utilizar el 60% de esta producción que corresponde al 24% del consumo total del edificio, debido a que en horas de la tarde y fines de semana cuando el edificio está desocupado, la planta produce más de lo que el edificio está consumiendo y por tanto la energía es entregada a la red. Durante el proceso de implementación se deberán hacer los trámites necesarios para que esta energía sea vendida a la entidad comercializadora del servicio.

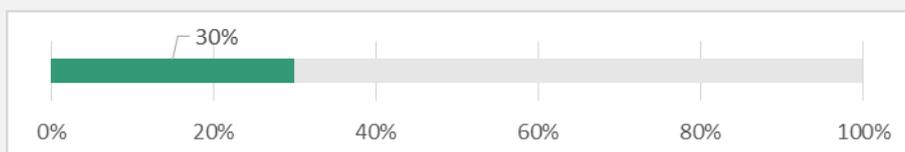


*Paneles fotovoltaicos en cubierta
Fuente proyectos acompañados TERA0*

Ahorros

Ahorros financieros por año: **88 128 ARS/año**

Ahorros sobre: **Consumo eléctrico**



Ahorros energéticos por año	3 240 kWh/año
Ahorros de emisión GEI	1 319 kgCO ₂ /año

Comentarios: Según los planos suministrados, se ha descartado áreas con potenciales sombreados o con terrazas en chapa metalizada que no son aptas para soportar el peso de los paneles solares. Se ha estimado que se disponen de la Cubierta en concreto del bloque principal (100 m², área roja) para la implementación de una planta fotovoltaica.

Para la implementación de los paneles solares, se estima que el 60% de esa área es la neta aprovechable debido al espacio requerido para el tránsito, el espacio necesario para el mantenimiento y para evitar sombreados entre paneles. En otras palabras, el área neta de producción sería de 60 m².



Zonas sin sombreados –
Fuente: Google Maps, TERA0.

Considerando la eficiencia promedio de un panel monocristalino de 180W/m², se obtendría una planta de 10.8 kWp, que tendría una producción anual de 15,282 kWh/año. Esta cantidad superaría el consumo energético del edificio, lo que se considera muy alto y generaría sobreproducción en horarios de bajo consumo, como las tardes y los fines de semana. Esta sobreproducción podría resultar en pérdidas si no es entregada a la red eléctrica y, en caso de ser vendida, podría tener una remuneración baja en comparación con el precio del kWh comercial.

Adicionalmente, con la implementación de una planta de menor tamaño se reducirían considerablemente los costos inversión inicial.

Se hizo el estudio para un tamaño de planta más conservador beneficiando los costos de inversión inicial y evitando la sobre producción. Se propuso una planta de 4,0 kWp, la cual tendría una producción anual de 5 400 kWh/año, el edificio solo podrá utilizar el 60% de esta producción que corresponde al 24% del consumo total del edificio, debido a que en horas de la tarde y fines de semana cuando el edificio está desocupado, la planta produce más de lo que el edificio está consumiendo y por tanto la energía es entregada a la red.

Como hipótesis de instalación se consideró:

- Tipo de panel y eficiencia de los paneles: Panel de silicio cristalino de 180Wp/m²
- Pérdidas del sistema: 18%
- Ángulo de inclinación óptimo anual: 30° y ángulo de azimut de -169°.
- Posición de los paneles integrada al edificio.

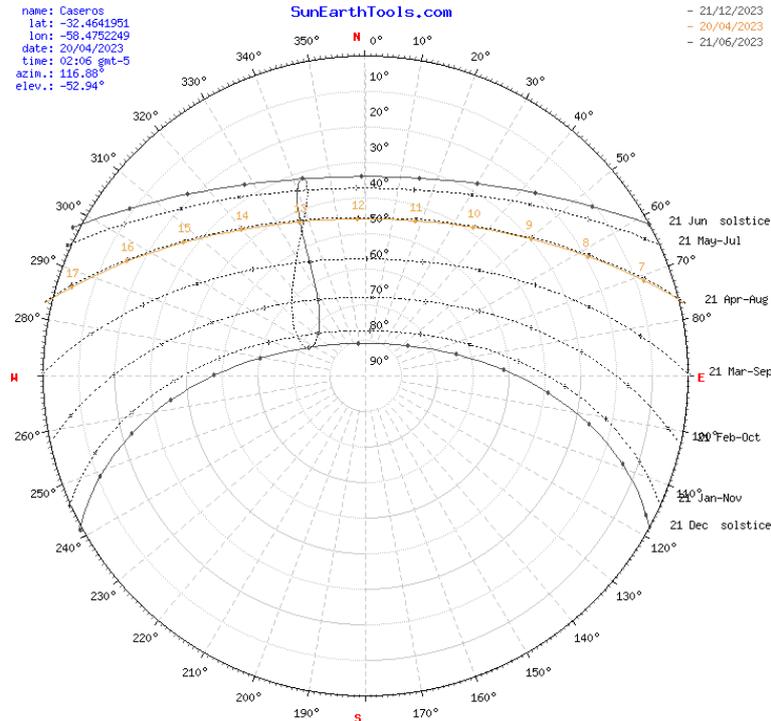
*El ángulo óptimo varía a lo largo del año pero se puede considerar uno óptimo promedio anual, puesto que hacer un sistema con ángulo de posición libre aumentaría considerablemente los costos de implementación y operación sin tener un impacto tan representativo en la generación energética

Factibilidad	
Perturbación	Las obras no afectan las actividades normales del edificio, las intervenciones del circuito eléctrico se pueden planear en periodos de desocupación. el mantenimiento de los primeros años puede ser incluido en el contrato de instalación para garantizar la correcta operación.
Posibilidad de planeación de implementación	Se recomienda a mediano o largo plazo, luego de avanzar con las estrategias del escenario ligero y medio para alcanzar así el mejor desempeño sostenible. La mayor demanda en el mercado permite cada vez tener precios más asequibles.

8. Anexos

8.1. Trayectoria del sol

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



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 horas son representadas por puntos sobre las curvas de los meses, en el centro del grafico se observa la intersección de las 12:00 del mediodía para todos los meses del año.

Los círculos concéntricos representan la elevación del sol, el círculo de mayor radio representa la elevación del sol a 0°, al este cuando amanecer y al Oeste para el atardecer.

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 datalogger HOBO UX100-003 que tiene las siguientes especificaciones generales:

- Temp : -20° to 70°C (-4° to 158°F)
- Precisión: ±0.21°C from 0° to 50°C (±0.38°F from 32° to 122°F)
- Higo.: 15% a 95% (sin condensación)
- Precisión: ±3.5% de 25% a 85% incluyendo histéresis a 25°C (77°F); por debajo del 25 % y por encima del 85 % ±5 % típico
- Medición del punto de rocío
- Memoria: 84 000 mediciones
- Prueba de agua IP50
- Intervalos: 1 second to 18 hours, 12 minutes, 15 seconds
- Maxi / Mini / Alarmas
- Software de análisis y explotación
- D: 3.66 x 8.48 x 1.52 cm/ 30 g
- Al: Una batería de litio CR2032 de 3V

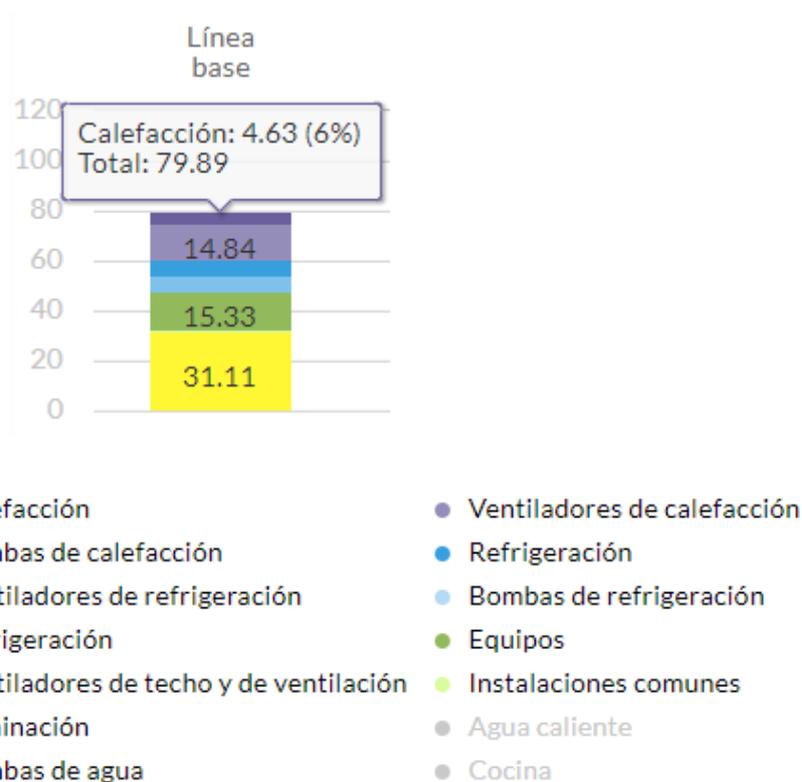
8.5. EDGE

La aplicación EDGE, una herramienta 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 Argentina. 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.

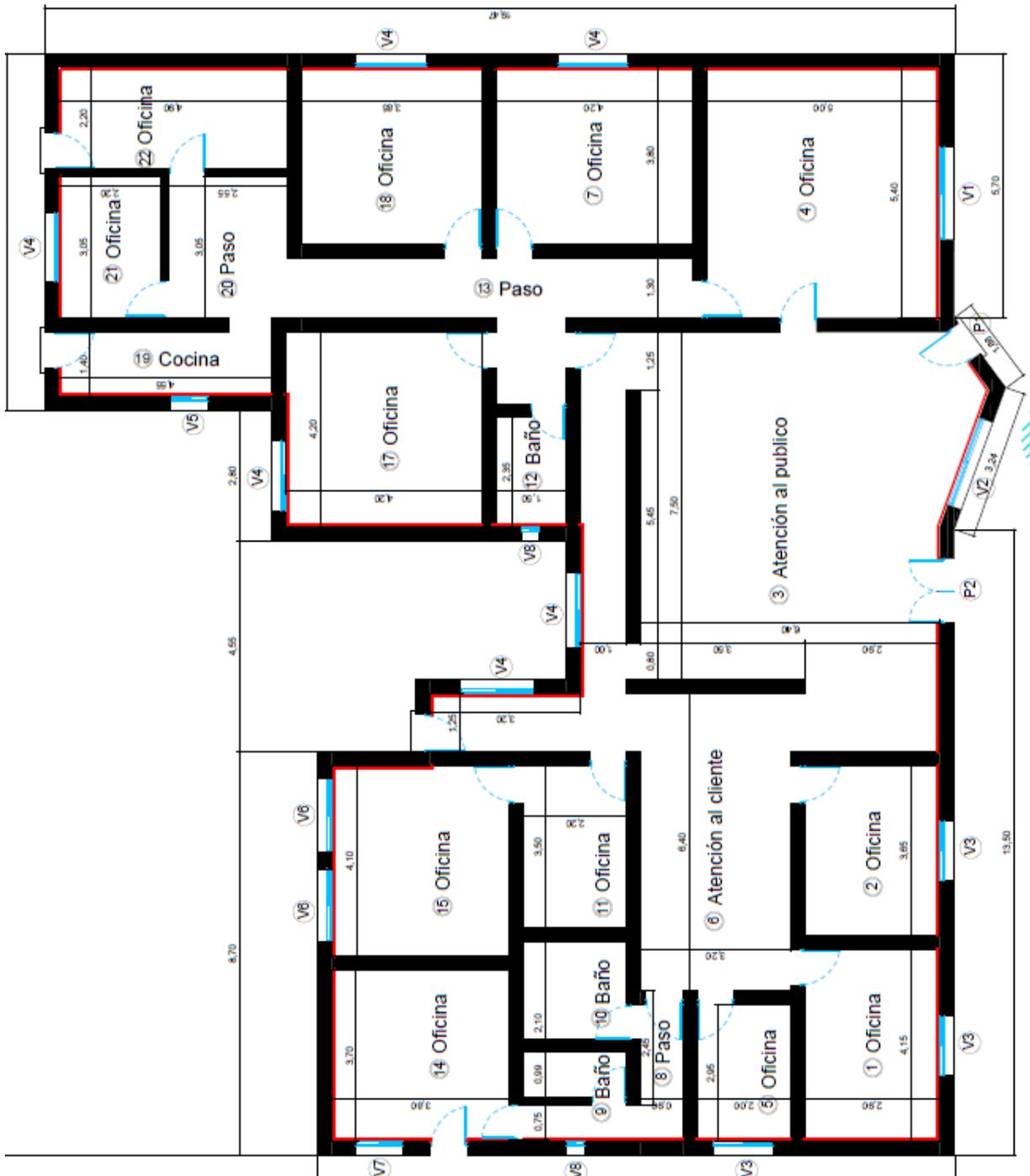
Para el presente proyecto, para consolidar la hipótesis de cálculo, se usó la herramienta EDGE para tener un consumo de referencia según la información recopilada. Resultó el siguiente perfil de referencia según EDGE:



Perfil de la línea base edificios de oficinas en clima IIb: Calido hecho con la herramienta EDGE. Fuente: TERA0

8.6. Designación de áreas para la auditoria

En el siguiente plano se identifican las diferentes zonas del edificio de acuerdo a su numeración:



8.7. El Equipo

Camille Cuvillier, graduada por la Universidad Hautes Etudes d'ingénieurs (Francia) y referente HQE, quién actualmente trabaja sobre Eficiencia energética en edificaciones, proyectos de certificación ambiental HQE Internacional y otros tipos de certificaciones en Colombia y Francia. Camille es la responsable de las actividades de TERAO en América. Se unió a TERAO en el año 2018.

Andrés Meneses, es ingeniero Mecánico de la Universidad Nacional de Colombia, candidato a Magister en Sostenibilidad, Auditor Interno de la norma ISO 50 001: Sistemas de Gestión de la Energía, con experiencia en: Modelación energética, sistemas HVAC, ejecución de auditorías energéticas en América Latina y proyectos de certificación ambiental HQE. Se unió al equipo de Terao en el año 2019 como Ingeniero de Proyectos.



Nuestra Identidad

TERAO, una oficina de diseño pionera en medioambiente aplicado a la edificación, participa en el desarrollo de edificios y barrios sostenibles, combinando innovaciones tecnológicas, medioambientales y sociales.



Consultoría
E Ingeniería

Pionera desde hace 28 años



60
Personas

París, Lyon, Asia, América



Soluciones
Multidisciplinario

Por la edificación y la ciudad sostenible

Nuestros trabajos

TERAO interviene en todo el ciclo de vida del edificio, y despliega sus competencias en ingeniería, del edificio a la ciudad pasando por los eco-barrios gracias a expertos de rango internacional, interviniendo en los 5 continentes:

Asistencia técnica
Desarrollo sostenible e
innovación: **Diseño**

Asesoría Ambiental
Desarrollo sostenible e
innovación: **Edificios**



Eficiencia energética
Operación sostenible

- **Eco-barrios, proyectos de calificación urbana, zonas de actividad:** TERAO contribuye a las estrategias y acciones para la neutralidad en carbono, la naturaleza en la ciudad, la eficiencia energética, la salud y el bienestar, la resiliencia al cambio climático y la lucha contra el efecto isla de calor urbano.
- TERAO actúa como experto y consultor independiente sobre el **comportamiento energético y medioambiental de los edificios**. Apoyamos a las partes interesadas en el posicionamiento de sus proyectos, el establecimiento de un Programa Ambiental y su seguimiento desde el diseño hasta la puesta en marcha, si es necesario, **pero no solo**, a través de etiquetas y certificaciones ambientales. **La neutralidad de carbono, la calidad de uso, la resiliencia climática... son el núcleo de nuestra experiencia.**
- TERAO forma parte de los equipos de diseño para garantizar la **traducción operativa de objetivos de alta calidad y desempeño energético y ambiental** en los Proyectos, en los mercados privados, en leyes de construcción sostenible e incluso alineados con objetivos internacionales de desarrollo sostenible.



contact@terao.fr
Siège social - 10 Cité de Tréville
75009 - Paris
01 42 46 06 63



adminco@terao.fr
www.terao.com.co
+57 311 552 7687



www.terao.com.co