
**EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EDIFICIOS PÚBLICOS
CASO DE ESTUDIO
EDIFICIO SEDE DE LA PREFECTURA NAVAL ARGENTINA**

Tesista: Lic. CHRISTIAN M. LEONIAN

Directora de Tesis: Mgr. Arq. GABRIELA A. CASABIANCA

Buenos Aires, 2022



MAESTRÍA INTERDISCIPLINARIA EN ENERGÍA

UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES

CENTRO DE ESTUDIOS DE LA ACTIVIDAD REGULATORIA ENERGÉTICA

Agradecimientos

A Cecilia, que junto a nuestro bebé en camino y nuestras dos pequeñas hijas, sobrellevó mis ausencias y me apoyó en la realización de este trabajo.

A mis padres y en especial a mi mamá, Pilar, que pese a estar transitando el tramo final de su vida, me acompañó con entusiasmo hasta el último día de cursada y nunca dejó de creer en mí.

A mi jefe, el Prefecto Mayor Ingeniero Eléctrico, Juan Antonio Pirraglia que me motivó a elegir este tema de tesis y colaboró activamente en ella.

Al CEARE, tanto al cuerpo docente como al área administrativa, siempre dispuestos a ayudar y encontrar soluciones.

A mi tutora, MG. Arq. Gabriela Casabianca, por su muy valioso aporte, su dedicación y paciencia. Fue un placer poder transitar este camino juntos.

Por último, no quiero dejar de agradecer especialmente a las Autoridades de la Prefectura Naval Argentina, quienes me permitieron realizar este trabajo y a mi equipo de colaboradores, que me acompañó durante todo el proceso.

A todos ellos, Muchas Gracias.

EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EDIFICIOS PÚBLICOS

CASO DE ESTUDIO:

EDIFICIO SEDE DE LA PREFECTURA NAVAL ARGENTINA

TESIS DE MAESTRÍA

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1.	Introducción	6
2.	Motivación	10
3.	Objetivos.....	11
4.	Metodología.....	11
	Desarrollo del trabajo de tesis	12
5.	Normativa	12
5.1	Antecedentes Normativos	12
5.2	Normativa internacional.....	14
5.3	Normativa de países limítrofes	16
5.3.1	República del Paraguay	16
5.3.2	República Federativa de Brasil.....	17
5.3.3	Estado Plurinacional de Bolivia	18
5.3.4	República de Chile	18
5.3.5	República Oriental del Uruguay.....	19
6.	Compromisos Nacionales y aporte de la Institución	20
7.	Descripción de la Institución	21
7.1	Funciones, ámbito de actuación y Ley Orgánica.....	21
7.2	Organización Jerárquica.....	22
7.3	Departamento Control Energético	24
8.	Situación energética actual – Edificio caso de estudio	26
8.1	Descripción del Edificio Guardacostas	26

8.2	Ubicación geográfica	28
8.3	Relevamiento electromecánico	28
8.3.1	Procedimiento para el relevamiento	29
8.3.2	Información obtenida	29
8.3.3	Uso de la información obtenida	32
8.4	Análisis de los consumos energéticos	32
8.4.1	Análisis de la Potencia Convenida vs. Potencia adquirida	33
8.4.2	Análisis de la energía consumida	36
9.	Problemática particular del Edificio Guardacostas.....	38
10.	Acciones tomadas	39
10.1	Jerarquización del Administrador Energético Institucional	39
10.2	Equilibrio de fases y factor de potencia.....	40
10.3	Sistema de Gestión de la Energía - ION 7650	40
10.4	Ajuste de los horarios laborales	42
10.4.1	Periodo Analizado	43
10.4.2	Análisis del fin de semana.....	46
10.4.3	Evaluación y Análisis.....	47
10.4.4	Conclusiones.....	49
10.5	Evaluación del sistema de climatización	50
10.5.1	Alcance del análisis.....	51
10.5.2	Descripción del sistema actual	51
10.5.3	Deficiencias del sistema actual	51
10.5.4	Sistema de refrigeración.....	52
10.5.5	Estudio de potencias y energía	58
10.5.6	Equipos tipo Split instalados en paralelo.....	59
10.5.7	Sistema de calefacción.....	60
10.5.8	Conclusiones de la situación actual.....	61
10.5.9	Alternativa de actualización del sistema central	61
10.5.10	Alternativa de instalación de equipos VRV multi-split.....	62
10.5.11	Análisis económico financiero	64
10.5.12	Conclusiones.....	67
10.6	Iluminación	68

10.6.1	Situación Actual.....	68
10.6.2	Estudio de cambio de luminarias internas	68
10.7	Análisis de la envolvente térmica	72
10.7.1	Situación actual	72
10.7.2	Radiación solar.....	73
10.7.3	Propuesta de instalación de parasoles.....	74
10.7.4	Propuesta de reemplazo de cerramientos.....	74
10.7.5	Mantenimiento de cerramientos	75
10.8	Herramienta Web “Diagnóstico Energético Preliminar” (DEP)	75
10.8.1	Proceso de carga de un edificio público en el sistema DEP.....	76
10.8.2	Información obtenida	77
10.8.3	Conclusiones acerca del sistema DEP.....	78
11.	Acciones a Implementar	79
11.1	Acciones con costo económico	79
11.2	Acciones sin costo directo o con un costo mínimo.....	81
12.	Consideraciones finales.....	83
12.1	Guía rápida de implementación	87
12.2	Barreras para la implementación	90
13.	Glosario y Abreviaturas	93
14.	Bibliografía.....	94

1. Introducción

De acuerdo con el Panel Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático, más conocido por sus siglas en inglés, IPCC “El calentamiento global inducido por el hombre alcanzó aproximadamente 1 °C (entre 0.8 °C y 1.2 °C) por encima de los niveles preindustriales en 2017, aumentando a 0.2 °C (entre 0.1 °C y 0.3 °C) por década (alta confianza).” (IPCC, 2018). Estimaciones realizadas por científicos de todo el mundo dan cuenta de que un incremento por encima de 1.5 °C de la temperatura promedio de la Tierra para el año 2030 provocaría severas y devastadoras consecuencias en todos los ecosistemas, provocando la extinción de especies y desplazando grandes poblaciones costeras debido al anegamiento de sus tierras.

Con el fin de intentar evitar estos niveles de calentamiento global, los países y la comunidad científica internacional han comenzado a trabajar en distintas medidas de mitigación, entre las que se pueden destacar como más relevantes la sustitución de fuentes de energía no renovables y contaminantes por fuentes de energía renovable y de muy bajo impacto ambiental. Sin embargo, incluso en los escenarios más favorables de sustitución, la implementación de medidas de eficiencia energética (EE), que reduzcan los niveles de demanda de generación de energía a valores que puedan garantizar la sustentabilidad del sistema, se vuelve muy relevante, como puede visualizarse en el Gráfico 1. La magnitud de ahorro energético que se debe lograr para evitar superar la barrera de los 1.5°C es mayor que la energía que se debe sustituir por fuentes renovables.

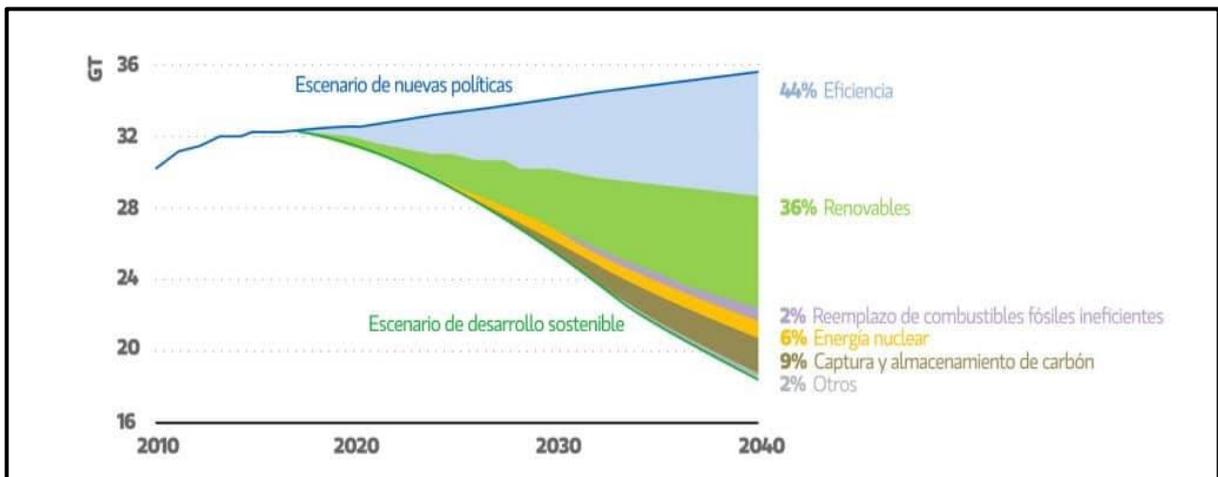


Gráfico 1: Participación de la eficiencia energética en la reducción de la demanda

Fuente: World Energy Outlook 2020

Como se puede observar en los gráficos de la Figura 1, de acuerdo con el Servicio Meteorológico Nacional (Servicio Meteorológico Nacional, 2020), las mayores anomalías de temperatura media se dieron en la última década, con los años 2012, 2013, 2014, 2015 y 2017 como los años más cálidos, quedando demostrada una clara tendencia al aumento de la temperatura media anual.

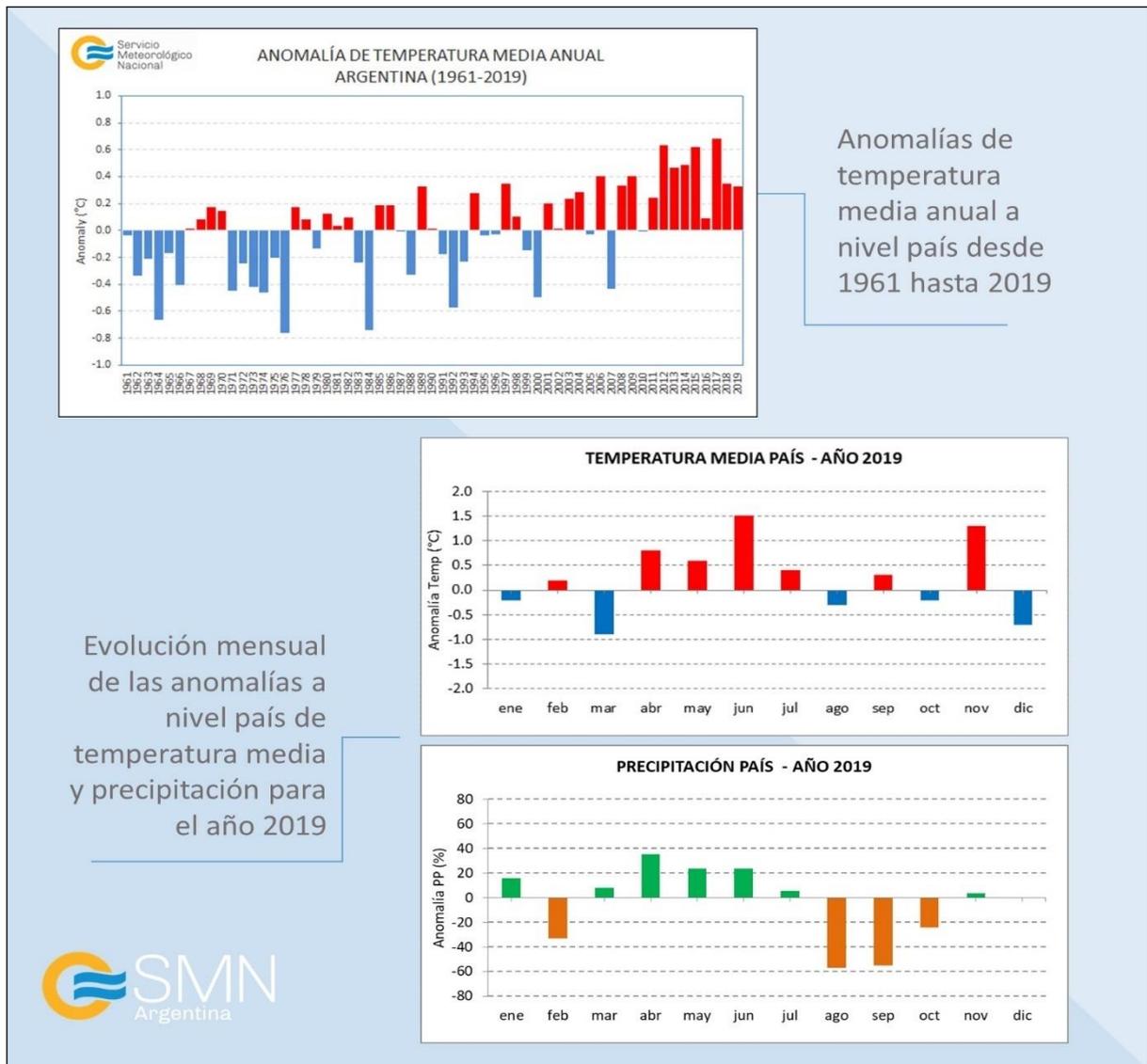


Figura 1: Anomalías de temperatura media anual

Fuente: Servicio Meteorológico Nacional 2020

Por otra parte, según el Comité Argentino del Consejo Mundial de Energía (CACME, 2015), en la República Argentina se sigue debatiendo la posibilidad de alcanzar la seguridad energética mediante la generación de energía a través de la utilización de tecnologías con fuentes renovables y con la producción de hidrocarburos de manera no convencional como los existentes en el yacimiento de Vaca Muerta. Esta aproximación al problema tiene características que la sitúan como menos ventajosa en relación con el desarrollo de una Política de EE de largo plazo, como ser su extremadamente alto costo de realización y la necesidad de contar con un marco

legal y jurídico estable para la captación de capitales. En este sentido el uso racional y eficiente de la energía como “combustible oculto” presenta numerosas ventajas al ser de implementación más rápida y de muy bajo costo, en términos relativos, además de ser compatible con los objetivos de reducción de emisiones de GEI producto del consumo de energía fósil evitado.

De acuerdo con lo expuesto en los párrafos anteriores, y en base a la relevancia que toma la EE para la concreción del objetivo de no superar el umbral de calentamiento global deseado, con cada vez más frecuencia se realizan diversos trabajos y proyectos en relación con los distintos aspectos del rol y la implementación de programas en esta materia.

Pueden citarse de manera no exhaustiva los siguientes ejemplos de trabajos y programas:

- **El Programa de Uso Racional y Eficiente de la Energía (PROUREE) en Edificios Públicos**, cuyos lineamientos se definen en Decreto 140/2007 del Poder Ejecutivo Nacional (Decreto PEN 140/2007, 2007), por el cual desde el año 2007 se realizan acciones de capacitación, análisis e implementación de medidas tendientes a la mejora del desempeño energético en instituciones de la Administración Pública Nacional (APN).
- **El Programa de eficiencia energética en edificios públicos del Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires** (Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires, 2021), en el cual se busca optimizar el consumo energético de los distintos edificios públicos de su ámbito de actuación.
- A nivel internacional no puede dejar de mencionarse el **Programa Euroclima+** del cual la Argentina es partícipe en materia de EE, que describe entre sus objetivos que “Las acciones financiadas bajo este componente buscan apoyar a los países en sus esfuerzos de mitigación y adaptación al cambio climático en el ámbito energético, de acuerdo con las Contribuciones Nacionales Determinadas (CND) asumidos en el marco del tratado de París.” (Euroclima+, 2021)
- **Tesis de maestría del Mg. Martín A. Rodríguez, “Uso racional y eficiente de la energía en el hábitat construido: aplicación en un edificio público”** (Rodríguez, 2018), que constituye un ejemplo para abordar la implementación de un programa de EE tomando como caso de estudio un edificio de la APN, el edificio del Ex Consejo de la Policía de Seguridad Aeroportuaria.

El presente trabajo se centra en las políticas y procesos que deben afrontar la dirección y los usuarios de edificios públicos administrativos para garantizar un uso racional y eficiente de la energía, alineándose con los acuerdos internacionales contraídos por el Gobierno Nacional en esta materia y atendiendo a sus necesidades y características específicas, con el objetivo final de servir como guía de consulta e implementación para otros organismos de similares características.

Su publicación y la promoción de las medidas adoptadas, que no requiere de una inversión monetaria que entre en conflicto contra la permanente falta de presupuesto, cobran especial relevancia debido a que en el marco de la pandemia desatada por el virus Covid-19, y de acuerdo al último informe de la International Energy Agency - World Energy Outlook 2020, “La eficiencia energética se desacelera como resultado de los precios más bajos del combustible y el imperativo de reconstruir las finanzas después de la pandemia, lo que hace que las empresas y los hogares posterguen las mejoras de eficiencia y como consecuencia pospongan la compra de nuevos vehículos, equipos y electrodomésticos. Esto conduce a una reducción esperada del 10% en las mejoras de eficiencia anual promedio durante la próxima década en comparación con las proyecciones WEO-2019.” (IEA - World Energy Outlook, 2021)

La APN utiliza para el cumplimiento de sus funciones numerosos inmuebles distribuidos por todo el territorio de la República Argentina. Históricamente, en la gran mayoría de estos inmuebles, se ha prestado poca importancia por parte de los actores principales a la búsqueda de eficiencia en el uso de la energía, en parte por no tener información directa sobre los gastos erogados, al ser normalmente otro organismo el que se encarga de los pagos y administración de los servicios y en distinta medida, al no representar una variable que afecte la evaluación de su desempeño.

Es necesario remarcar que el impulsor del cambio cultural en las organizaciones públicas no será el aspecto económico, como sucede en el sector privado, debido a que las cuentas públicas pasan por un complejo sistema de controles y procesos de pago que mantienen a la mayoría de los actores en el desconocimiento de las cantidades de energía consumidas y su correspondiente valor monetario.

Esto se suma a que en la gran mayoría de los casos no existe una percepción de una relación directa entre la cantidad de energía consumida y la eficiencia en la prestación del servicio, por lo que el derroche, falta de mantenimiento y utilización de tecnologías obsoletas es algo común.

Habida cuenta de la cantidad importante de edificios públicos en funcionamiento tan solo para la APN, y su gran potencial de ahorro energético, es que se comenzó a visibilizar la problemática de la eficiencia y a operar en este sentido.

Esta situación comenzó a cambiar desde hace unos años gracias al trabajo de la UNIRAE en conjunto con la Secretaría de Energía de la Nación y a sucesivas normativas emanadas al respecto, las cuales serán abordadas posteriormente en este trabajo. Si bien estas normativas son de cumplimiento obligatorio para toda la APN, se encuentran en muchos casos limitadas en su implementación por diversas barreras de índole cultural, económicos y organizativos.

Existen organismos con mayor adecuación al tratamiento de la temática energética, entre ellos, la Prefectura Naval Argentina, que, entre muchas otras medidas, ha jerarquizado el área de EE al rango de Departamento, lo que permite que las decisiones que emanen del sector tengan peso real en el comportamiento institucional, y asimismo permite un contacto fluido y eficaz con la alta dirección, logrando visibilizar la problemática y atacando la causa de base de varios problemas detectados.

El Departamento Control Energético ha encarado desde su creación una serie de medidas tendientes a la mejora de la EE tanto en el edificio sede como en el resto de las dependencias que tiene la Prefectura Naval Argentina en el resto del país. Muchas de ellas se analizan en el presente trabajo.

2. Motivación

A la fecha se ha incrementado de manera importante la cantidad de administradores energéticos que tiene la APN en sus edificios. Sin embargo, después de varios años en el sector, se observa que, en muchos de los edificios, los administradores no poseen experiencia en la implementación de medidas de EE y en algunos casos tampoco cuentan con una formación técnica que les permita establecer criterios válidos para el desarrollo de estas soluciones.

Se trata esencialmente de responder la siguiente pregunta: ¿Cómo mejorar la Eficiencia Energética en los Edificios Públicos en un contexto de permanente falta de recursos económicos y poca cultura organizacional relacionada al uso racional y eficiente de la energía?

Es aquí donde el presente trabajo pretende aportar un marco de referencia y guía para los administradores que facilite la realización de acciones tendientes al desarrollo de un programa de EE en su organización.

3. Objetivos

El **objetivo general** de la investigación propuesta en esta tesis es realizar un estudio integral de las acciones y planes de EE implementados por la Prefectura Naval Argentina en su edificio sede y evaluar sus ventajas y desventajas tanto en términos del grado de inversión requerido, su dificultad de implementación y el impacto previsto, a fin de generar material para la toma de decisiones en todos los aspectos relevantes relacionados con la EE en organismos públicos.

Los **objetivos específicos** que se plantearon para el desarrollo del tema de investigación abordado en la tesis son los siguientes:

A- Análisis de la Normativa vigente: estudiar las distintas normas y decretos existentes relacionados con la temática del trabajo.

B- Relevamiento y evaluación de las medidas tomadas por el organismo con el fin de conocer su impacto y poder cuantificar su desempeño.

C- Análisis de los proyectos a implementar y su impacto estimado: se evalúa de manera cuantitativa y cualitativa la implementación de nuevos proyectos y su impacto teniendo en cuenta las variables económicas y energéticas.

D- Evaluación de los impactos energéticos y de emisiones del plan integral de EE: se formula un documento guía que servirá de base de análisis para la implementación de mejoras en el comportamiento energético de los edificios de la Administración Pública.

4. Metodología

Para alcanzar los objetivos específicos, se desarrollaron las siguientes tareas:

A- Recopilación y análisis de la normativa nacional vigente y las normas internacionales aplicables.

B- Relevamiento pormenorizado de las instalaciones del edificio, agrupándolas en los rubros de climatización, iluminación, informática y envolvente.

C- Evaluación del desempeño energético y la línea de base del edificio a fin de obtener un punto de partida para el análisis.

D- Análisis de las distintas acciones de eficiencia llevadas a cabo por el organismo, identificando su impacto.

E- Análisis de los proyectos que aún no se han implementado con el objetivo de estimar su impacto, la conveniencia de su realización y las barreras.

F- Formulación de un documento de trabajo para futuras consultas e implementaciones en Edificios Públicos.

Desarrollo del trabajo de tesis

5. Normativa

5.1 Antecedentes Normativos

La República Argentina en el año 1994 aprobó mediante la Ley N.º 24.295 la Convención Marco de las Naciones Unidas Sobre El Cambio Climático (CMNUCC) cuyo objetivo final es “estabilizar las concentraciones de gases de efecto invernadero a un nivel que impida interferencias antropógenas peligrosas en el sistema climático y establece que ese nivel debería alcanzarse en un plazo suficiente para permitir que los ecosistemas se adapten naturalmente al cambio climático, asegurar que la producción de alimentos no se vea amenazada y permitir que el desarrollo económico prosiga de manera sostenible" (United Nations Climate Change, 2022)

Mediante la Ley N.º 25.438/01 fue aprobado el Protocolo de Kioto (PK), el cual pone en marcha mediante la CMNUCC y vincula legalmente a los países desarrollados, incluidos en el Anexo 1 del convenio, a llevar a cabo medidas concretas de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). Si bien la República Argentina no estaba incluida inicialmente en ese anexo, por considerarse país en vías de desarrollo y no contribuir considerablemente a la generación de los GEI, al ratificar el mismo, asume los compromisos de reducción como nación adherente.

El PK en su Artículo 2º punto 1.a, apartado i) afirma la necesidad de los países firmantes de asegurar el fomento de la EE en los sectores pertinentes de la economía nacional, por ello y a través del **Decreto 140/07** se desarrollaron los lineamientos del PROGRAMA NACIONAL DE USO RACIONAL Y EFICIENTE DE LA ENERGIA (PRONUREE), destinado a contribuir y mejorar la EE de los distintos sectores consumidores de energía, cuyas principales acciones en el corto y mediano plazo contemplan:

- Establecer la regulación de la temperatura de refrigeración de los equipos de aire acondicionado en veinticuatro grados centígrados (24°C), en todos los edificios de la APN y adoptar en cada caso las medidas necesarias para evitar pérdidas de energía por intercambio de calor con el exterior.
- Proceder al apagado de las luces ornamentales a la CERO horas (0:00hs.), en todos los edificios de la APN.
- Finalizar las actividades de la APN a las DIECIOCHO (18:00) horas, apagando las luces, el aire acondicionado y el stand-by (modo espera) de los equipos de computación, y para realizar la limpieza de los edificios con luz natural.
- Establecer un programa de mejora de la EE de los sistemas de iluminación de los edificios de la APN.

- Capacitar al personal de la APN en buenas prácticas de uso eficiente de la energía.
- Implementar el Programa de Uso Racional y Eficiente de la Energía (PROUREE) en Edificios Públicos en donde cada Organismo de la APN será responsable de su cumplimiento e implementación a través de las figuras del Administrador Energético (AE) y la de Ayudantes del Administrador Energético.
- Incluir en los sistemas de compras del Estado Nacional criterios de EE para la adquisición de bienes y servicios.
- Todos los Organismos dependientes de APN proveerán la información necesaria para el desarrollo del PROUREE en Edificios Públicos.
- A los efectos de unificar la información se confeccionará un inventario detallado y actualizado de todas las instalaciones de energía eléctrica, gas, equipos de acondicionamiento de aire, sanitarios y agua potable de todos los Edificios Públicos dependientes de la APN.

Este decreto fue modificado y complementado por distintas resoluciones y decisiones administrativas, donde se destacan las siguientes como las más importantes:

- **RESOLUCION JGM N° 210/2009**, en la que se aprueba la “Guía para el Uso Racional y Eficiente de la Energía en Edificios y Dependencias Públicas”, en la que se detallan los lineamientos para la realización de un relevamiento y diagnóstico energético a fin de determinar potenciales de ahorro.

También indica que debe designar un AE por cada edificio público y se detallan sus atributos y responsabilidades.

Se agrega una guía de compra de equipos eficientes y se prohíbe en el Estado Nacional la compra de lámparas incandescentes y tubos fluorescentes tipo T10 y T12.

- **Decreto Administrativo N.º 393/2009 y su Modificación 48/2010**, se crea la Unidad de Ejecución y Gestión para el Uso Racional Y Eficiente de la Energía (UNIRAE), con el fin de realizar acciones, difundir y monitorear la implementación del PROUREE en los edificios públicos del Poder Ejecutivo Nacional (PEN).

Se le otorgan facultades para centralizar toda la información referente a la ejecución del citado programa y la faculta para requerir información a

todo organismo de la APN, así como también cualquier empresa del sector y entes reguladores con el objetivo de cumplir su función.

Define requerimientos que pueden solicitar a los administradores energéticos y brinda una serie de lineamientos para el uso racional de la energía en edificios públicos.

- **RESOLUCION JGM SCAYEP N.º 121/2011**, se resuelve aprobar el “Registro de Empadronamiento de Administradores Energéticos – Anexo I”, en el que obliga a los Administradores Energéticos a empadronarse mediante un formulario específico que debe ser remitido a la UNIRAE por medio electrónico, el mismo tiene carácter de declaración jurada.
- **Decreto 134/2015** se declara la emergencia energética del Sector Eléctrico Nacional, instruyendo a todos los organismos de la APN, a coordinar con el Ministerio de Energía y Minería (Actual Secretaría de Energía) un programa de racionalización del consumo energético.

5.2 Normativa internacional

A nivel internacional, la norma central que hace referencia a los aspectos vinculados a los sistemas de gestión de la energía es la ISO 50001.

Tal como expresa la citada Norma en su versión de 2018: “El objetivo de este documento es permitir a las organizaciones establecer los sistemas y procesos necesarios para mejorar continuamente el desempeño energético, incluida la eficiencia energética, el uso de energía y el consumo de energía. Este documento especifica los requisitos para un sistema de gestión de la energía (SGEn) para una organización. La implementación exitosa de un SGEn apoya una cultura de mejora del desempeño energético que depende del compromiso de todos los niveles de la organización, especialmente de la alta dirección. En muchos casos, esto implica cambios culturales dentro de una organización.

El desarrollo y la implementación de un SGEn incluyen una política energética, objetivos, metas energéticas, y planes de acción relacionados con su eficiencia energética, uso y consumo de energía, cumpliendo simultáneamente con los requisitos legales aplicables y otros requisitos. El SGEn permite a la organización establecer y alcanzar las metas y los objetivos energéticos, tomar acción según lo necesite para mejorar su desempeño energético y demostrar la conformidad de su sistema con los requisitos de este documento.” (ISO 50001:2018, 2018)

Para ello se apoya en el ciclo de Deming, más conocido por sus siglas en inglés (PDCA) que corresponden a los términos “Plan – Do – Check – Act” o bien como Espiral de mejora continua por su traducción al castellano, con sus correspondientes etapas de Planificar – Hacer – Verificar – Actuar.

Este enfoque permite una mejora continua en los procesos y actividades, a través de una permanente reevaluación y detección de oportunidades de mejora que se aplican de manera cíclica a la gestión, en este caso, de la energía.

De acuerdo con la Norma, para su implementación basada en este ciclo, se debe primero planificar, mediante una revisión energética y establecimiento de una línea de base energética que permita identificar desvíos. Asimismo, deben definirse indicadores de desempeño energético (IDEN´s), los que permitirán realizar mediciones cuanti-cualitativas del desempeño de la organización y por último deben definirse objetivos, metas y planes de acción para lograr alcanzar estos objetivos y metas que mejorarán el desempeño energético, de acuerdo con la política energética establecida.

Luego deberán implementarse esos planes de acción y verificar mediante el seguimiento y medición de los procesos y los IDEN´s, informando su resultado.

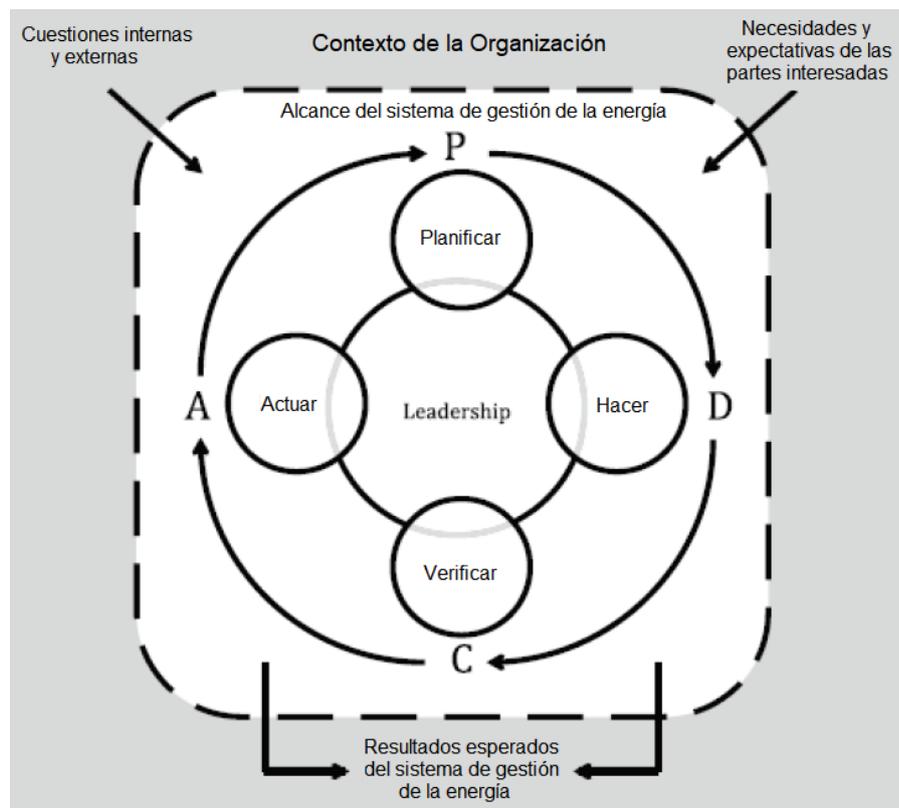


Gráfico 2: Ciclo Deming aplicado a la norma ISO 50001

Fuente: ISO 50001:2018

Se cierra el ciclo cuando se toman acciones para mejorar el desempeño energético basándose en toda la información recogida en los pasos anteriores y aplicándolos nuevamente, de manera continua para lograr la mejora del desempeño energético y el sistema de la gestión de la energía. (ISO 50001:2018, 2018). En el Gráfico 2 (página anterior), se observa el carácter iterativo del ciclo Deming aplicado a la implementación de un sistema de gestión de la energía basado en la norma ISO 50001.

5.3 Normativa de países limítrofes

Los países firmantes o adherentes al PK, emitieron normas muy similares a las emitidas por la República Argentina a fin de adecuar sus sectores energéticos a lo requerido en el protocolo mencionado. Se presenta un breve resumen de estas, enfocado en el impacto sobre el sector público de cada nación.

5.3.1 República del Paraguay

La ley orgánica del Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones, Ley N.º 167/93, asigna al Gabinete del Viceministro de Minas y Energía la responsabilidad de la política de uso y manejo de los recursos energéticos y proponer políticas que sirvan al desarrollo sustentable orientado al mejor uso de los recursos disponibles.

Mediante el Decreto 6377/2011 se crea el Comité Nacional de Eficiencia Energética, con el objetivo de preparar y ejecutar el Plan Nacional para el uso eficiente de la energía para la República del Paraguay, que debe rendir cuentas de sus avances de manera trimestral al citado Ministerio.

En los considerandos del mencionado Decreto, se establece que la EE se considera una de las medidas más efectivas para reducir las emisiones de CO₂ y otros Gases de efecto Invernadero (GEI) y también establece que la “Eficiencia Energética implica mantener o mejorar el nivel de satisfacción de necesidades energéticas, disminuyendo el consumo de energía bruta” (Decreto 6377, República del Paraguay, 2011), es decir, la asignación de la menor cantidad posible de energía para satisfacer una necesidad energética determinada.

Es necesario destacar que el Sector Comercial, Servicios y Público de la República del Paraguay demanda solo el 6% del consumo total de energía, siendo el subsector público el de menor participación. Es por ello que las políticas derivadas del Comité se enfocaron en mayor medida en el sector Residencial.

5.3.2 República Federativa de Brasil

Mediante la ley 10295 del año 2001, reglamentada por Decreto 4059/01, la República del Brasil dispone sobre la Política Nacional para la Conservación y Uso Racional de la Energía, con el objetivo de la asignación eficiente de recursos energéticos y la preservación del medio ambiente.

En la misma se indica que se establecerán niveles máximos de consumo de energía o niveles mínimos de EE, de los aparatos fabricados o comercializados en el país, en base a la vida útil de los mismos y en función de valores técnica y económicamente viables.

En el año 2004 mediante Ley 10847 se creó la Empresa de Pesquisa Energética (EPE), una empresa 100% estatal, cuyo objetivo es “promover los estudios y producir las informaciones necesarias para ejecutar planes y programas de desarrollo energético que sean sostenibles y que cuiden el medio ambiente, particularmente, los de eficiencia energética”, así como “promover planes de metas que fomenten la utilización racional y conservación de la energía”. Convirtiéndose en un pilar fundamental del sector. (República Federativa del Brasil, 2004).

A partir de la creación de este organismo, se fueron ejecutando diversas acciones en materia de eficiencia energética, como por ejemplo la implementación en el año 2007 del Plan Nacional de Energía 2030 (PNE 2030), el cual permitía estimar entre otros datos, la oferta y demanda de energía durante 25 años.

Este Plan sirvió de base para el desarrollo del Plan Nacional de Eficiencia Energética (PNEf) del año 2011 en el que se establecen un conjunto de directrices para alcanzar los valores de eficiencia energéticas definidos.

Se cita el informe de CEPAL “Informe Nacional de Monitoreo de la Eficiencia Energética del Brasil” (CEPAL , 2015) en el que se destaca que “la EPE encauza su contribución a la planificación de la eficiencia energética del Brasil mediante acciones estructuradas conforme a estos tres pilares:

- Elaboración de bases de datos de indicadores de eficiencia energética, lo que consiste en determinar el potencial existente para generar ahorros energéticos y los costos involucrados;
- Elaboración de estrategias y acciones para promover la eficiencia energética en Brasil;
- Monitoreo de la evolución de los indicadores de EE correspondientes a los diversos sectores y su potencial mejora, si procede, una vez conocido el impacto de las políticas que propician la EE.”

Estos pilares motivaron la realización de estudios y proyectos destinados a la evaluación de medidas de EE en los distintos sectores de la economía, brindando información útil para la creación e implementación de diversas políticas relacionadas.

En el informe anteriormente citado, se destaca la colaboración entre organismos del Brasil, Alemania, Francia y el Reino Unido, para la homogeneización de la metodología de análisis y presentación de los datos y a su vez, la adaptación de esta a la realidad brasileña.

Por último, el informe destaca “tres medidas emprendidas por la EPE de común acuerdo con la Embajada del Reino Unido: el cuadro de las políticas de eficiencia energética correspondientes a los sectores público, transportes y hogares; la concepción de un programa informático para trazar las curvas de costo del potencial de eficiencia energética; y el estudio del marco jurídico” (CEPAL , 2015).

5.3.3 Estado Plurinacional de Bolivia

A través del Decreto Supremo N.º 29466 del 5 de marzo de 2008, se aprueba el Programa Nacional de Eficiencia Energética (PNEE), con la finalidad de establecer acciones, políticas y ejecutar proyectos que buscan optimizar el uso racional, eficiente y eficaz de la energía. (Decreto Supremo 29466, República de Bolivia, 2008).

En el PNEE, enmarcado en el programa “Electricidad para vivir con Dignidad”, se lanzaron varias etapas, la primera en 2008 junto a su implementación, donde se proponen las campañas de desplazamiento de consumo eléctrico fuera de las horas pico, cambio de lámparas incandescentes por fluorescentes compactas y sustitución de calefactores eléctricos por sistemas de gas natural o solares.

En 2011, se lanzó la segunda etapa en donde se desarrollaron capacitaciones para el uso racional de la energía, fomentando del uso de energías renovables y optimización en industria y en 2012 se buscó reforzar el PNEE mediante un incremento de presupuesto para el Ministerio de Hidrocarburos y Energía, con el objetivo de incorporar consultoras que colaboren en su implementación.

5.3.4 República de Chile

La República de Chile se encuentra muy avanzada en la implementación de políticas energéticas que propenden al uso racional y eficiente de la energía.

En el año 2021, promulga la Ley 21305 sobre EE, que abarca los sectores de transporte, minería e industria y el sector residencial, público y comercial.

Esta Ley establece la obligación por parte del Ministerio de Energía, de presentar cada 5 años un Plan Nacional de Eficiencia Energética e indica áreas clave en las que debe hacer mención, asimismo, deberán establecerse metas de corto, mediano y largo plazo, así como los planes para alcanzar dichas metas.

Se establece que determinadas empresas con consumos importantes reporten anualmente sus consumos, intensidad energética y reportes de oportunidades de mejora y serán catalogadas como “Consumidores con capacidad de Gestión de la Energía”, implementando uno o más sistemas de gestión de la energía (SGE), que abarquen al menos el 80% de su consumo energético.

Este SGE debe contar con una política energética interna, objetivos, metas, planes de acción e indicadores de desempeño y un gestor energético no necesariamente exclusivo.

En su Artículo 3º, la mencionada Ley define la calificación y etiquetado energético de viviendas nuevas, la cual es requisito para obtener la aprobación final por parte de la Dirección de Obras Municipales y deberá incluirse en las publicidades de venta de dichas edificaciones.

En referencia a la Administración Pública, la Ley ordena velar por el buen uso de la energía en los inmuebles que ocupen, debiendo reportar al Ministerio de Energía, los consumos de todas las fuentes energéticas usadas, así como la información básica de la caracterización de estos, incluyendo envolvente, superficie, trabajadores empleados y año de construcción, entre otras. Deberán contar con un “Gestor Energético” debidamente capacitado, que a su vez recibirán del Ministerio de Energía, una capacitación y sensibilización en EE.

Se menciona la misma obligación para los inmuebles que utilicen las Fuerzas Armadas y Fuerzas de Seguridad, publicando anualmente las acciones de EE que realicen. (Ley 21305, República de Chile, 2021)

5.3.5 República Oriental del Uruguay

Por Ley 18597 de septiembre de 2009, la República Oriental del Uruguay (ROU) declara de interés nacional el uso eficiente de la energía con el propósito de contribuir con la competitividad de la economía nacional, el desarrollo sostenible del país y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero en los términos establecidos por el CMNUCC, aprobado por la Ley 16517 de Julio de 1994. (Ley 18597, República Oriental del Uruguay, 2009)

En esta Ley se establece la obligación de implementar un “Plan Nacional de Eficiencia Energética” el cual fue aprobado en Agosto de 2015 y en su apartado de acciones sectoriales, en el punto 5.2.5, referido al Sector Público, indica la necesidad de que el “Estado debe ser un ejemplo paradigmático de una gestión eficiente, dinámica y moderna” (Ministerio de Industria Energía y Minería, 2015).

Es por esto que se ordena la implementación de un programa específico para el Sector Público que adopte un criterio de UREE, incluso cuando la demanda de dicho sector se encuentra incluida dentro del Sector Comercial y Servicios.

En este programa se realizan acciones de capacitación y sensibilización para funcionarios públicos, planes transversales para todo el sector y específicos para cada organismo y un seguimiento de los materiales que son provistos al Estado que deben cumplir con los criterios de EE establecidos.

Se destaca la importancia de los planes como política institucional, debiendo contar con el involucramiento de las máximas autoridades de los organismos, definir un “Responsable Energético” por edificio.

Este plan también abarca la necesidad de realizar auditorías energéticas y la de monitorear las compras estatales, así como también incentivar la EE en el alumbrado público.

6. Compromisos Nacionales y aporte de la Institución

En diciembre de 2015 durante la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (COP21), se firmó el denominado Acuerdo de París en que los países adherentes se comprometen a la reducción en la emisión de los GEI con los siguientes objetivos:

- a) “Mantener el aumento de la temperatura media mundial muy por debajo de 2 °C con respecto a los niveles preindustriales, y proseguir los esfuerzos para limitar ese aumento de la temperatura a 1,5 °C con respecto a los niveles preindustriales, reconociendo que ello reduciría considerablemente los riesgos y los efectos del cambio climático.
- b) Aumentar la capacidad de adaptación a los efectos adversos del cambio climático y promover la resiliencia al clima y un desarrollo con bajas emisiones de gases de efecto invernadero, de un modo que no comprometa la producción de alimentos; y
- c) Situar los flujos financieros en un nivel compatible con una trayectoria que conduzca a un desarrollo resiliente al clima y con bajas emisiones de gases de efecto invernadero.” (Naciones Unidas, 2015)

A tales fines la implementación de este acuerdo debe aplicarse “de modo que refleje la equidad y el principio de las responsabilidades comunes pero diferenciadas y las capacidades respectivas, a la luz de las diferentes circunstancias nacionales.” (Naciones Unidas, 2015).

Para ello cada país firmante debe presentar cada cinco años las denominadas Contribuciones Determinadas a nivel nacional con carácter vinculante, que sean ambiciosas y busquen alcanzar el propósito del acuerdo.

Estos compromisos asumidos por las naciones son establecidos en función a sus circunstancias y capacidades individuales y deben llevarse a cabo para contribuir a alcanzar los objetivos del acuerdo tanto en lo que refiere a la reducción de

emisiones, llamadas Acciones de Mitigación, así como también para adaptarse a las consecuencias del cambio climático, llamadas Acciones de Adaptación.

La República Argentina, presentó en Diciembre de 2020 la Segunda Contribución Nacional donde se señala que “La República Argentina se compromete a una meta absoluta e incondicional, aplicable a todos los sectores de la economía, de no exceder la emisión neta de 359 MtCO₂ en el año 2030.” (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2020).

Para ello se basará en un proceso de transición energética hacia 2030 que incluirá como ejes fundamentales la búsqueda de eficiencia energética, la generación de energía a partir de fuentes renovables y la generación distribuida.

La PNA, como parte de la APN y en cumplimiento de la normativa antes mencionada centra sus esfuerzos en estas áreas y realiza acciones alineadas a la consecución de estos objetivos, las cuales son expuestas en el presente trabajo.

7. Descripción de la Institución

7.1 Funciones, ámbito de actuación y Ley Orgánica.

La Prefectura Naval Argentina es la Institución a través de la cual el PEN ejerce el Servicio de Policía de Seguridad de la Navegación, el Servicio de Policía de Seguridad y Prevención del Orden Público, la Policía de Protección del Medio Ambiente y Conservación de los Recursos Naturales, la Policía Judicial, la Policía Auxiliar Aduanera, Migratoria y Sanitaria y la jurisdicción Administrativa de la Navegación.(Carta Compromiso con el Ciudadano, 2016).

Sus funciones y ámbito de actuación se enmarcan en la Ley General de la Prefectura Naval Argentina N.º 18.398 del año 1969 y demarca su jurisdicción exclusiva y excluyente en:

- Mares, ríos, lagos, canales y demás aguas navegables de la Nación que sirvan al tránsito y comercio interjurisdiccional, y en los puertos sometidos a jurisdicción nacional.
- Antártida Argentina, Islas Malvinas y demás islas del Atlántico Sur.
- En las costas y playas marítimas, hasta una distancia de cincuenta metros a contar de la línea de la más alta marea y en las márgenes de los ríos, lagos, canales y demás aguas navegables, hasta una distancia de treinta y cinco metros a contar de la línea de la más alta crecida ordinaria, en cuanto se relacione con el ejercicio de la policía de seguridad de la navegación.

- A bordo de los buques en aguas jurisdiccionales y en los de bandera argentina que se encuentren en mar libre.
- A bordo de los buques de bandera argentina que se encuentren en puertos extranjeros, específicamente, en todo lo referente a la policía de seguridad de la navegación y al ejercicio de la jurisdicción administrativa de la navegación y, en general, en todo caso en que, de acuerdo con el derecho internacional público, no sea de la competencia del Estado jurisdiccional local.
- Zonas de seguridad de frontera marítima y en las márgenes de los ríos navegables, de acuerdo con lo previsto en la ley de jurisdicciones de las fuerzas de seguridad, al solo efecto de los delitos de competencia federal.
- Asimismo, actuará en cualquier otro lugar del país, a requerimiento de la Justicia Federal. (Ley 18398, 1969)

Como se desprende de los párrafos anteriores, la Prefectura Naval Argentina es una fuerza de seguridad con un muy amplio ámbito de actuación a nivel nacional.

En la actualidad, prestan servicio en la Institución aproximadamente 26000 personas entre oficiales, suboficiales y personal civil, distribuidos en aproximadamente 400 dependencias jurisdiccionales, de distintas magnitudes, repartidas por todo el país, la mayoría de ellas concentradas en las cercanías de aguas navegables y fronteras fluviales.

El presente trabajo se centrará en el análisis del edificio sede, sito en la ciudad de Buenos Aires, por ser el más representativo en cuanto a tamaño y personal destinado, pero es necesario aclarar que los trabajos y análisis aquí mencionados se pueden replicar en todos los edificios institucionales, de acuerdo con su magnitud.

Algunos datos fueron modificados por cuestiones de confidencialidad.

7.2 Organización Jerárquica

La Prefectura Naval Argentina tiene una organización jerárquica vertical, encabezada por su máxima autoridad, el Prefecto Nacional Naval, y continúa en su desarrollo jerárquico con sendas Direcciones Generales, Direcciones, Departamentos, como se muestra en el Gráfico 3.

Cada escalón orgánico se encuentra especializado en el cumplimiento de las distintas actividades que implican el desarrollo de las funciones institucionales inherentes a su ámbito de actuación y está a cargo de un Oficial con Jerarquía acorde

a la importancia relativa del escalón orgánico correspondiente. Las jerarquías de los oficiales se clasifican en Oficiales Superiores, Oficiales Jefes y Oficiales Subalternos.

De acuerdo con su naturaleza técnica, algunos Departamentos, tienen una dependencia orgánica que sigue la estructura tradicional, pero por otra parte tienen una dependencia funcional con la Alta Dirección, asesorando en temas estratégicos a la conducción y respondiendo de manera rápida y eficiente a demandas de otros actores extrainstitucionales.

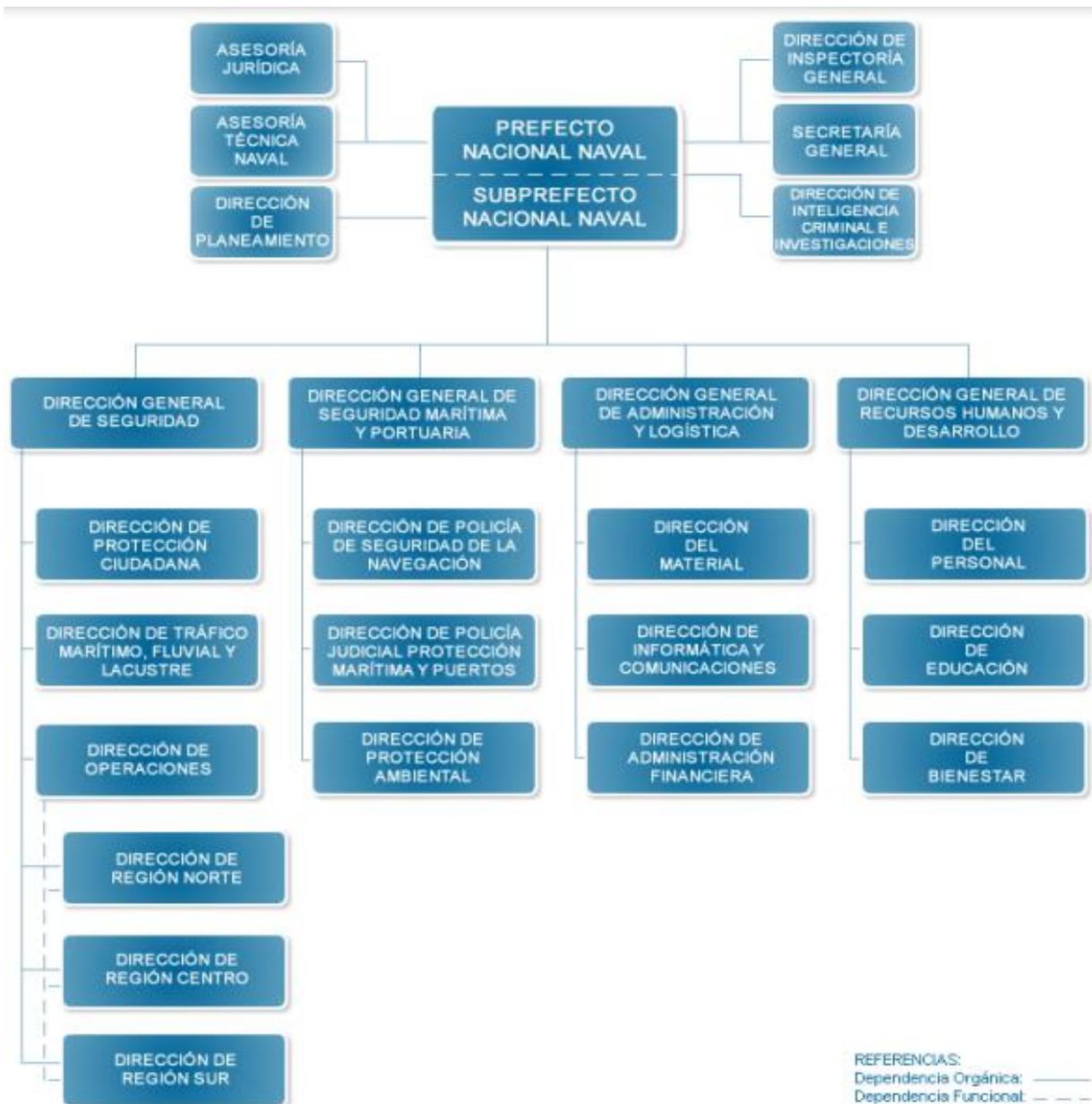


Gráfico 3: Organigrama de la Prefectura Naval Argentina

Fuente: <https://www.argentina.gob.ar/prefecturanaval/organizacion>

7.3 Departamento Control Energético

A partir de lo normado por el Decreto PEN 140/07, la Prefectura Naval Argentina crea la División Control Energético, dependiente del Departamento Material Naval de la Dirección del Material, conducido por un Oficial Jefe.

Al poco tiempo, y atendiendo a la necesidad de jerarquizar las funciones que realizaba la mencionada división, se lo eleva al rango de Departamento, pasando a ser conducido por un Oficial Superior.

Esta jerarquización permitió una muy importante mejora en los procesos e implementaciones que se elaboraban desde la División y además acercó la problemática a la Alta Dirección.

En esta línea de trabajo, el Departamento Control Energético, dependiente de la Dirección del Material de la Prefectura Naval Argentina, tiene como tareas generales los siguientes objetivos:

- Liderar en la coordinación y supervisión del uso racional de la energía, en cumplimiento del Programa Nacional de Uso Racional y Eficiente de la Energía, (PROUREE), en todo el ámbito de la Organización.
- Intervenir en la verificación del cumplimiento de la normativa vigente, en las propuestas de acciones en el corto, mediano y largo plazo que propongan los componentes de la organización, relacionada con proyectos de remodelaciones, reparaciones y/o construcciones de edificios y viviendas de uso en la organización.

Asimismo, también tiene incumbencia y participa activamente en las siguientes funciones:

- La asistencia a la Alta Dirección en materia de los Objetivos Políticos Institucionales en el área de su competencia.
- La proposición de las directivas y recomendaciones contribuyentes con el perfeccionamiento de las temáticas asignadas a su área de competencia, como así también la proposición de medidas, planes y estrategias para su concreción.
- La realización de inspecciones técnicas determinadas por la superioridad y las que soliciten los distintos Organismos y Dependencias de la Institución.
- La supervisión y asistencia en las construcciones y/o reparaciones edilicias de la Institución, verificando que se cumplan estrictamente todas las normas referentes al uso racional y eficiente de la energía.

- La supervisión, estudio y evaluación del estado en que se encuentran las instalaciones de electricidad, agua y gas de los edificios de la organización, analizando los requerimientos de partidas presupuestarias necesarias, y la formulación de las especificaciones para la concreción de actos licitatorios relacionados con la reparación y/o mantenimiento de dichas instalaciones.
- La formulación de las normas generales y particulares referentes a la administración del uso racional de la energía en los edificios de o para uso de la Institución. Supervisión y propuesta de aquellas acciones contribuyentes a la reducción de costos por consumos de energías, y a la formación y gestión de capacitación del personal, cuando se traten de nuevos procedimientos.
- El estudio de Leyes, Decretos, Normativas de aplicación de carácter Nacional/Internacional proponiendo las directivas a ser aplicadas por los distintos Organismos de la Institución.
- La propuesta de acuerdos con Organismos del Estado u Organismos privados para la capacitación del personal.
- La investigación, interpretación e integración de nuevas tecnologías que puedan ser de utilidad para la aplicación al uso racional de la energía.
- La proposición y supervisión de Planes de Mantenimiento, conforme a las directivas emitidas por la Secretaría de Energía de la Nación Argentina, en lo referente a la especificación, normalización estandarización del material inherente al consumo energético.

Para cumplir acabadamente con estos objetivos, cuenta con una estructura que incluye tres divisiones especializadas en temáticas independientes pero que interactúan permanentemente, tal como se muestra en el Gráfico 4.



Gráfico 4: Organigrama Departamento Control Energético

Fuente: Elaboración propia

8. Situación energética actual – Edificio caso de estudio

8.1 Descripción del Edificio Guardacostas

Durante gran parte del siglo XX, el asiento del edificio sede estuvo en la Avenida Paseo Colón N.º 533, de la por entonces Capital Federal, pero debido a limitaciones en el espacio físico producto del crecimiento como institución nacional, en 1936 se comenzó con la búsqueda de un terreno para el emplazamiento de una nueva sede.

Luego de una intensa búsqueda, se obtiene un predio dentro del ejido portuario, en un lugar estratégico, ubicado sobre la Av. Eduardo Madero, esquina Presidente Perón, catastralmente registrado como un lote de 85mts por 37mts, con frente en la Av. Madero, en la Sección 1ra, Manzana 72, Parcela 4, de la Ciudad de Buenos Aires.

En el año 1945 comienzan las obras con partidas presupuestarias propias ya que no se consiguió obtener del Estado Nacional una asignación especial para esta obra. En 1949 se finalizan las obras de la nueva sede central, conocida hoy como Edificio Guardacostas.

Sin embargo, apenas finalizadas las obras, por decisiones políticas de esa época, el flamante edificio fue entregado en calidad de uso al Ministerio de Marina de la Nación, con la promesa de devolución al momento de concluir con las obras del actual Comando en Jefe de la Armada en el barrio de Retiro, situación que se produce en el año 1971. (Occhiuzzi, 2016)

Una vez desocupado por la Marina, en vez de ser reintegrado a la Prefectura, es asignado al Ministerio de Cultura y Educación de la Nación, situación que se prolongó hasta el año 1979 cuando finalmente, luego de 30 años de uso, es restituido a sus ocupantes originales.

El Edificio Guardacostas es la sede administrativa de la Prefectura Naval Argentina. Cuenta con oficinas que operan las 24 horas del día, los 7 días de la semana, con guardias de seguridad tanto en el interior como en el exterior y talleres de mantenimiento edilicio.

Arquitectónicamente hablando, se trata de un edificio característico de la arquitectura racionalista de los años 40, influenciada fuertemente por el diseño naval, destacándose en este edificio la forma curva de la ochava, y el espacio vertical de la azotea, redondeado y con grandes ventanas. Sus ornamentos de bronce contradicen esta sobriedad, con motivos marítimos. (CPAU, Consejo Profesional de Arquitectura y Urbanismo, 2022)

Cuenta con un revestimiento exterior en la planta baja de mármol travertino, ornamentado con detalles en bronce y hierro, para continuar con un acabado de revoque fino en el resto de la estructura.

Los solados de circulaciones y baños son de mosaico granítico, observándose en las oficinas terminaciones con parquet. En las escaleras se utilizó mármol travertino que actualmente presenta un ligero desgaste por el uso.

Los cielorrasos son de armado a la cal a 3.10 metros del nivel de piso terminado y los muros internos están realizados en ladrillo hueco 12, con terminación de revoque fino.

Los revestimientos en las circulaciones son de baldosones graníticos de 40 x 40 y en el vestíbulo central, escalera principal y hall de pasillo de mármol travertino.

El uso de materiales nobles en la arquitectura interior permitió que perduren a través del tiempo con un mínimo de mantenimiento, logrando a la fecha preservar el concepto de su construcción.

Posee 10 plantas, subsuelo, sótano, azotea y una torre ornamental con las siguientes superficies:

- Plantas (10 pisos): 18.889,5 m²
- Subsuelo: 372 m²
- Sótano: 372 m²
- Azotea: 374 m²
- Torre: 81 m²

El edificio tiene una orientación este-sudeste en su fachada principal, pero debido a su ubicación en el final de una manzana frente a una zona sin edificar, tiene una exposición al sol permanente, con una alta incidencia de radiación solar por la tarde en la contra fachada.

Cuenta con una amplia superficie vidriada tal como puede apreciarse en la Imagen 1, con carpinterías de chapa o aluminio, con una estructura resistente de hormigón armado y una cubierta de techo hecha con baldosas y membrana y pintura asfáltica.



Imagen 1: Fachada Vidriada del Edificio Guardacostas

8.2 Ubicación geográfica

El Edificio Guardacostas (EG) está ubicado en la Avenida Eduardo Madero 235, Ciudad Autónoma de Buenos Aires (Coordenadas geográficas $34^{\circ}36'16''S$ $58^{\circ}22'03''O$).

La fachada izquierda, en donde se ubica la entrada secundaria y el acceso a la playa de estacionamiento, se encuentra sobre la calle Teniente General Juan Domingo Perón, y el contrafrente se ubica sobre la avenida Alicia Moreau de Justo y es lindero a las vías del ferrocarril denominado Tren del Este.

Se encuentra emplazado en el centro de la moderna urbanización de Puerto Madero, en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, y cuenta con una gran cantidad de accesos a transporte público, restaurantes, bancos y diversos servicios, lo que permite que la gran mayoría de los funcionarios que cumplen funciones en sus instalaciones utilicen estos servicios y eviten el uso de automóvil para desplazarse a su lugar de trabajo.

8.3 Relevamiento electromecánico

En el año 2019 se realizó un relevamiento electromecánico completo del edificio, que incluyó todos los sistemas eléctricos, instalaciones de gas y agua. Debido

a su gran complejidad, participaron en su realización la totalidad del personal del Departamento Control Energético, personal de la División Mantenimiento, personal del Departamento de Higiene y Seguridad del trabajo y personal designado de cada Dirección que presta servicios en el edificio.

8.3.1 Procedimiento para el relevamiento

A fin de abarcar la totalidad de los sistemas e instalaciones y considerando la multiplicidad de personas que participarían, se volvió imprescindible plantear un protocolo para minimizar la cantidad de posibles errores que pudieran cometerse al momento del relevamiento y poder contar con información confiable y ordenada.

En primer lugar, se dividió cada piso del edificio en 3 sectores, denominados A, B y Hall Central. En cada subsector se verificaron las distintas Direcciones que ocupaban esos espacios y se requirió la presencia del AE de las mismas, para poder tener acceso irrestricto e información técnica de todo el equipamiento instalado.

Al contar con personal propio de cada Dirección, se obtuvo el beneficio adicional de poder contabilizar equipos que no son fácilmente identificables y cuantificables, tanto por su complejidad (por ejemplo, servidores informáticos), como por su ubicación (por ejemplo, calventores, pavas eléctricas, etc.).

La mayor parte del subsuelo corresponde a la sala de máquinas y equipos de apoyo logístico, por lo que fue muy importante contar con el apoyo del personal de mantenimiento edilicio para su correcta identificación y, asimismo, en una etapa posterior, dicho personal colaboró activamente en la contabilización de las horas estimadas y el tipo de uso de estos equipos.

8.3.2 Información obtenida

Si bien se obtuvo un detalle muy preciso de los equipos instalados, en este apartado se expondrán los de mayor relevancia para el análisis y que permitieron proyectar modificaciones que impactarían en la performance energética del edificio.

Cabe aclarar que este relevamiento se actualiza cada 6 meses aproximadamente o cuando los administradores energéticos informan algún cambio importante que merezca ser tenido en cuenta de manera inmediata.

- Rubro Iluminación

El EG cuenta con 4816 luminarias instaladas en total, de las cuales 684 corresponden a lámparas fluorescentes compactas de variada potencia, predominando las de 18 watts y que contabilizan 12,17 kW de potencia instalada.

Aún cuenta con 132 lámparas incandescentes, halógenas o dicroicas, las cuales se encuentran en proceso de reemplazo por su equivalente led, pero que tal como se detallará más adelante, su reemplazo se efectúa a demanda cuando se queman. La potencia instalada de estas lámparas es de 6,87 kW, por lo que su reemplazo se tornaría muy beneficioso en principio, pero como en la gran mayoría son lámparas que se utilizan en muy pocas oportunidades, no representarían un beneficio tangible en términos de EE.

Los tubos fluorescentes de inducción, que utilizan reactancias, arrancadores, etc., merecen un tratamiento aparte, ya que son los más utilizados en la mayoría de las oficinas y por lo tanto los que más influyen en el desempeño energético del edificio.

Actualmente se encuentran instalados 2617 tubos del tipo T8 en distintas oficinas y sectores del edificio, lo que representa casi el 55% de las luminarias instaladas, con una potencia en conjunto de 94212 kW y un uso intensivo, que se traduce en una cantidad de energía consumida relevante. Con posterioridad, se analizará la problemática que representa el cambio de estos equipos y las acciones que se están tomando al respecto.

Por último, se consideran las luminarias led instaladas. Este tipo de luminarias aprovechan el efecto emisor de luz de determinados tipos de diodos, que al ser atravesados por una corriente eléctrica emiten radiación, en el espectro visible para el caso de las lámparas led. La suma de decenas o cientos de estos diodos, forman un arreglo que emite una potencia lumínica muy considerable y apta para la iluminación requerida en aplicaciones hogareñas y de industria.

Todo este proceso se da, a diferencia de lo que ocurre con las lámparas incandescentes, con muchas menos pérdidas por efecto Joule, lo que representa un incremento muy grande en su EE.

En el EG se encuentran instalados, entre tubos y lámparas led, 1383 luminarias con una potencia total de 22 kW. A la fecha no existe una tecnología más eficiente en términos de consumo energético contra intensidad de luz entregada, ni tampoco en horas de vida útil estimada.

Debe tenerse en cuenta que para que se mantengan estas ventajas comparativas, se debe realizar una limpieza periódica de las luminarias y considerar instalarlas en luminarias que permitan la ventilación de sus componentes electrónicos a fin de evitar sobrecalentamientos que acorten su vida útil y por último y no menos importante debido a su alto costo, la compra de estas deberá estar enfocada en productos de primera calidad, que realmente cumplan con las especificaciones mencionadas.

- **Rubro Agua Caliente Sanitaria (ACS)**

La generación de ACS se da de manera exclusiva con termotanques eléctricos, repartidos entre los distintos baños y vestuarios del EG. Actualmente se encuentran instalados 25 termotanques de este tipo, todos ellos con un uso muy limitado pero que permanecen conectados de manera permanente y si bien son relativamente eficientes en conservar la temperatura del agua una vez calentada, generan un desperdicio de energía innecesario en los momentos en que no son usados.

Instaladas de manera irregular, se detectaron en el relevamiento 15 pavas eléctricas, las cuales fueron desinstaladas por poner en riesgo la instalación eléctrica debido a su alta demanda de potencia eléctrica (2.2kW).

- **Rubro Cocción**

En el rubro cocción se englobaron los dispositivos utilizados para la cocción de alimentos, así como también todos los que puedan asistir en ese proceso, como ser las heladeras, dispenser de agua, etc.

Se relevaron 65 heladeras, entre los tipos bajo mesada, comunes y con freezer, con una potencia total combinada de 19,2 kW, las cuales permanecen conectadas de manera permanente durante todo el año. El 90% de ellas están subutilizadas, ocupadas en un 5-10% de su capacidad máxima, observándose incluso heladeras instaladas en oficinas contiguas.

Una consideración especial se debe tener con los dispenser de agua frío/calor: el relevamiento arrojó que hay 106 dispenser de este tipo instalados por todo el edificio, con una potencia combinada de 65,6 kW, los que permanecen conectados, al igual que las heladeras, los 365 días del año. Al final del presente trabajo se aborda esta cuestión y sus posibles soluciones.

Asimismo, se identificaron 26 hornos de microondas, con una potencia total de 39 kW. Los mismos al ser utilizados muy esporádicamente para calentar la comida del personal, y al no existir una cantidad desmedida, se habilitaron para su uso, verificando previamente la adecuación de la línea de alimentación.

- **Rubro Climatización**

En el apartado de climatización se analizará lo emanado del relevamiento realizado, que arrojó la suma de 222 equipos de aire acondicionado del tipo Split, ventana y roof-top, con una potencia total instalada de 349 kW.

Se relevaron de la misma manera 136 ventiladores de techo, los cuales son frecuentemente usados y representan una fracción pequeña del consumo de energía del edificio.

Los 2 equipos de climatización central son analizados en el mismo apartado de climatización y como se verá a posteriori, son los equipos de mayor consumo eléctrico del edificio.

8.3.3 Uso de la información obtenida

La información obtenida del relevamiento resulta de vital importancia para la planificación y control del equipamiento instalado, así como también para la evaluación y puesta en marcha de proyectos de mejora en eficiencia.

Su disponibilidad y exactitud permitió detectar varias oportunidades de mejora que serán analizadas más adelante en este trabajo. Situaciones que a simple vista pasan desapercibidas, por ejemplo, la existencia de más de 10 dispenser y 5 heladeras por piso, equipos que permanecen conectados 24 horas al día y generan un consumo energético de base, que se observa fácilmente los días no laborables.

Actuar sobre este tipo de situaciones representa un importante paso en la consecución de objetivos de eficiencia, sin afectar el confort y los servicios que utiliza el personal y permiten un mejor mantenimiento y control de algunos equipos que incluso influyen en la salud de las personas.

8.4 Análisis de los consumos energéticos

El EG tiene contratos de suministro de energía eléctrica de baja tensión, con tarifa T3 por ser usuario que demanda más de 50 kW, trifásica y una potencia convenida de 950 kW. La empresa Edesur, prestataria del servicio, instaló un transformador de media a baja tensión en el subsuelo del edificio para poder abastecer esta demanda. La PNA no cuenta con acceso a la sala del transformador por tratarse de propiedad privada de la distribuidora, pero se tiene información de algunos datos técnicos del mismo como por ejemplo su capacidad máxima de 1250 KVA y que es del tipo seco que no presenta riesgo de incendio.

El suministro de gas se obtiene de la empresa distribuidora Metrogas, e incluye el abastecimiento mediante dos acometidas, una de baja presión, con su correspondiente medidor, y otro suministro de alta presión para uso exclusivo de las calderas y donde se genera el mayor consumo.

Con anterioridad a la adquisición del sistema de gestión de la energía ION 7650 que fue instalado en el edificio y que se evaluará más adelante, la gestión energética se basaba principalmente en el análisis de la información recibida y registrada que se encontraba en la factura de servicios brindada por la distribuidora y se utilizaban exclusivamente los valores que se observan en la Imagen 2 a continuación.

	Potencias
Convenida	950.00
Adquirida	934.00

Mes	06-21	07-21	08-21	09-21	10-21	11-21
DRP	214	267	289	258	240	322
DRFP	491	620	642	556	503	934
E. Tot	150600	173900	179300	175550	152800	151450

DRP= Demanda Reg. En Punta DRFP= Demanda Reg.Fra. Punta E.TOT= Energia Total

Nro. Medidor	Cargo Liquidado	Periodo de Liquidación		Constante de Lectura	Tarifa Anterior		Tarifa Actual		Consumo		Importe
		Estados al 02/11/2021	Estados al 03/10/2021		Dias	Valor unitario	Dias	Valor unitario	Valor	Unid.	
	Cargo Fijo T3						31	5404.200000	1.000		5,404.20
	Cap.Sum.Conv T3						31	373.430000	950.000	KW	354,758.50
36110707	Cap.Sum.Adquirida T3	1.868	0.000	500.000			31	62.430000	934.000	KW	58,309.62
36110707	Energ. Hrs. Restante	47,088.700	46,885.000	500.000			31	7.938000	101,850.000	KWH	808,485.30
36110707	Energ. Hrs. Valle No	8,998.700	8,949.300	500.000			31	7.590000	24,700.000	KWH	187,473.00
36110707	Energ. Hrs. punta	8,340.000	8,290.200	500.000			31	8.284000	24,900.000	KWH	206,271.60
36110707	Recargo Energia Reac	16,688.100	16,651.400	500.000			31	0.000000	18,350.000	Kvar	0.00
Subtotal Cargos Netos del Mes											1,620,702.22

Imagen 2: Extracto de factura de servicios de Distribuidora EDESUR

Valores que se obtienen de la factura de servicio:

- Potencia Convenida
- Potencia Adquirida
- Cargo Fijo
- Capacidad de suministro adquirida (Ídem Potencia Adquirida)
- Capacidad de suministro convenida (Ídem Potencia Convenida)
- Energía en horas Restante
- Energía en horas Valle Nocturno
- Energía en horas punta
- Recargo Energía Reactiva

Se observa también en la imagen un cuadro comparativo en donde se indican las potencias demandadas en ambas franjas horarias, tomándose la mayor para su facturación como se verá en los próximos párrafos, y la evolución del consumo energético total, es decir la sumatoria de las energías consumidas en las distintas bandas horarias.

La información que se obtiene de estos documentos es importante y permite realizar un seguimiento adecuado de la performance energética permitiendo la toma de decisiones de índole estratégica, necesarias en última instancia para poder realizar acciones de mejora sostenibles en el tiempo.

8.4.1 Análisis de la Potencia Convenida vs. Potencia adquirida

Hasta el año 2018 la potencia que la distribuidora tenía la obligación de entregar se convenía contractualmente en 2 tipos, potencia contratada en punta y contratada fuera de punta. Siendo el horario de punta desde las 18hs hasta las 6hs y fuera de punta, la franja horaria que abarcaba desde las 6hs hasta las 18hs.

Esta potencia era analizada por la distribuidora y comparada con la potencia adquirida realmente por el edificio en ambas franjas horarias. Si se excedía en la

potencia demandada, la distribuidora facturaba una multa por exceso en la potencia demandada.

Esta situación cambió en el año 2018 donde se unificaron ambos conceptos y la evaluación se realiza por potencia convenida versus potencia adquirida. Sin diferenciar las bandas horarias y aplicando el mismo esquema de multas por exceso que en la actualidad representan un 50% de recargo sobre la potencia excedente, siempre que el exceso no supere el 50% del monto convenido y del 100% de recargo en caso de superarlo.

En caso de registrarse un exceso de potencia demandada, la distribuidora inmediatamente ajustaba el valor de la potencia convenida al valor máximo demandado y lo mantenía de manera permanente, por lo que se incrementaba sustancialmente el monto a abonar por este ítem de la factura. Esta situación no se está observando en la actualidad.

El análisis de la contratación de potencia, si bien no representa un factor de EE, permite ajustar los montos facturados a lo que realmente se está demandando, sin abonar potencia convenida por demás. En muchos casos se comprobó que el ahorro económico es muy importante en muchos inmuebles de estas características.

La experiencia muestra que en la mayoría de los casos en que ocurren estos desfasajes, hubo algún tipo de situación excepcional que incrementó la demanda transitoriamente, por ejemplo, una reforma que involucre maquinaria pesada, la instalación provisoria de algún aparato específico de alto consumo u otros casos puntuales, y que al no analizarse adecuadamente este ítem, se incrementa y mantiene una potencia contratada muy por encima de lo realmente necesario para el correcto funcionamiento del edificio.

Coincidentemente, en el año 2018, se realizó una recontractación de potencia en el edificio ya que, en períodos anteriores, debido a una mala gestión de los equipos de aire acondicionado, se excedió el valor convenido. Es necesario destacar que este tipo de trámite puede realizarse semestralmente y que, si se trata de bajar la potencia convenida, solo se requiere informar el nuevo valor a convenir, pero que si lo que se quiere es aumentar este valor, la distribuidora debe confirmar si cuenta con potencia disponible suficiente para abastecer lo demandado, y de no ser así, requerirá la realización de obras e instalaciones que serán con cargo para el usuario.

En el siguiente Gráfico 5 se observa la evolución de las demandas de potencia y el cambio de contratación para la potencia convenida. Para los períodos de antes de 2018 se tomó el mayor valor de potencia contratada entre las franjas de punta y fuera de punta al igual que lo que realiza en la actualidad la distribuidora.

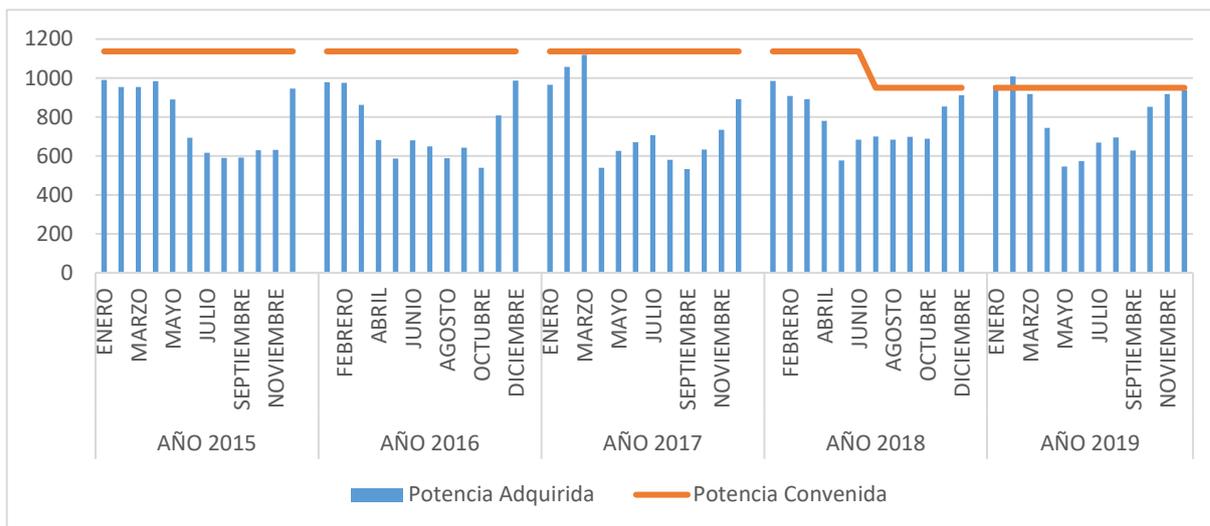


Gráfico 5: Evolución de la potencia adquirida y modificación de la Potencia Convenida

Fuente: Elaboración propia

Es importante destacar que la correcta evaluación de la potencia a contratar no se debe limitar a requerir el valor máximo de potencia registrada en condiciones normales de uso y que el valor óptimo se obtiene de la evaluación del consumo en todos los períodos del año, considerando los meses en donde por cuestiones estacionales se demanda más potencia.

Como puede verse en el siguiente Gráfico 6, del año 2019, en los meses de verano se registra una demanda superior a la media anual; sin embargo, la potencia convenida no se ajustó a estos valores debido a que resulta menos oneroso abonar la multa por potencia excedida que mantener convenida una potencia superior durante todo el año. El ajuste de este valor permitió obtener ahorros monetarios significativos para la institución y se continúa monitoreando de manera permanente.

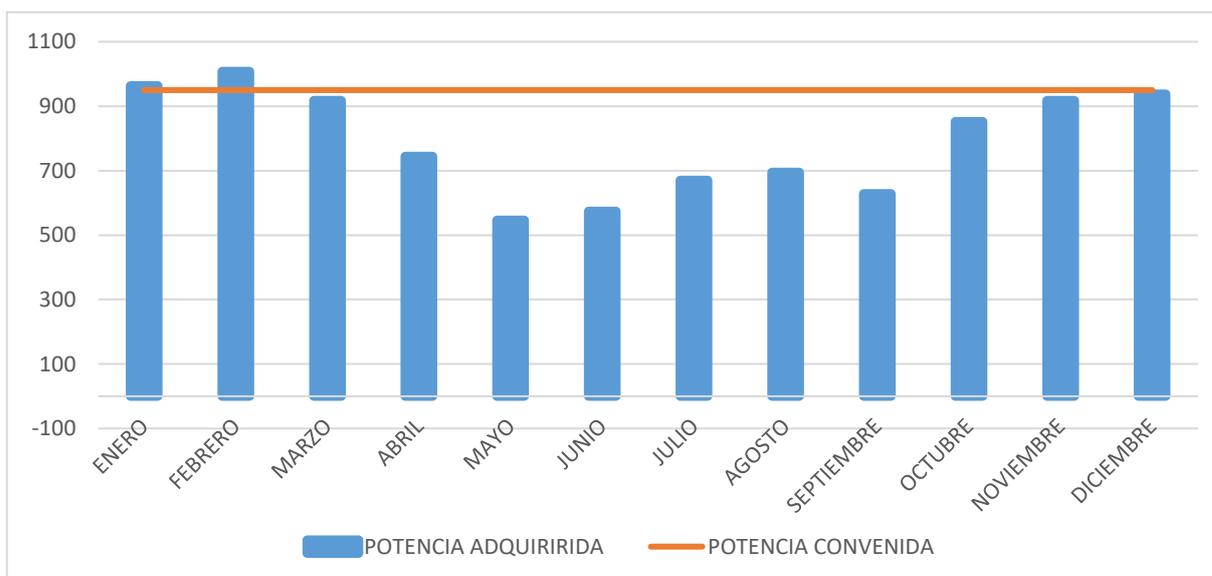


Gráfico 6: Evolución de la potencia adquirida año 2019

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se detallará el análisis que se realiza de los consumos energéticos y que permiten accionar sobre las cuestiones más relevantes en materia de EE propiamente dicha.

8.4.2 Análisis de la energía consumida

A partir del análisis de la información de los horarios de ingreso y egreso del personal que se realizó durante el año 2015, detallado en el próximo capítulo y sumado a la incorporación de personal técnico al Departamento Control Energético, durante el año 2016 se establecieron una serie de indicadores que configuraron la línea de base para el análisis del comportamiento energético del edificio.

Se definieron los indicadores de Intensidad de consumo energético (ICE) el cual representa los kWh por metro cuadrado, así como también la potencia demandada mensual.

En el Gráfico 7 a continuación, se observa la evolución del indicador ICE, desde el año 2016 al año 2021. Allí se observan una serie de cambios que pueden ser claramente identificados.

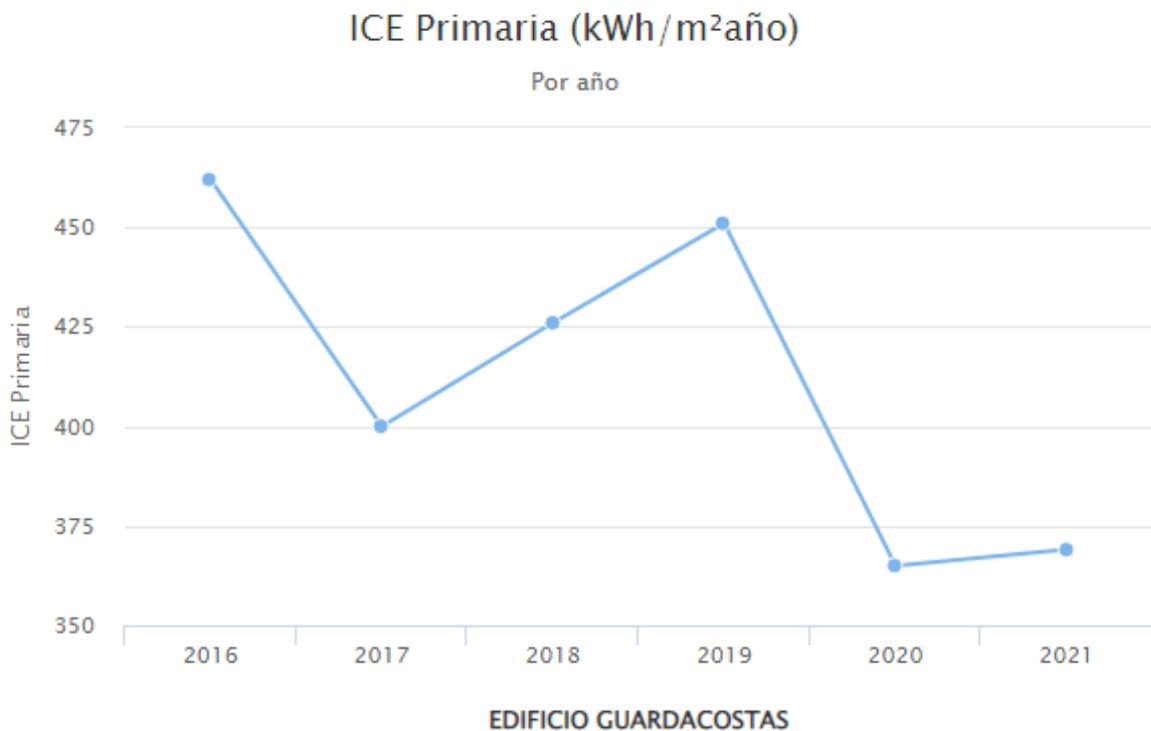


Gráfico 7: Intensidad de Consumo Energético – Edificio Guardacostas

Fuente: Sistema DEP

En el año 2017, los consumos energéticos descendieron notablemente debido a dos medidas específicas que fueron tomadas, la primera de ellas fue la de analizar

y los horarios del personal administrativo para corregir las diferencias entre ingresos y egresos fuera de la franja central y la segunda fue la de reducir la utilización del sistema de climatización central y los equipos individuales de manera obligatoria.

Estas medidas lograron una reducción del consumo, pero no pudieron ser sostenidas en el tiempo, sobre todo la referida a la subutilización del sistema de climatización, por lo que el indicador comenzó a ascender hasta quedar a un 2.5% por debajo del valor de la línea base establecida en 2016.

También se destacan ciertas medidas que fueron bien aceptadas y aún permanecen en la organización, como por ejemplo las de cerrar puertas y ventanas de pasillos comunes; apagado de luces ornamentales y desconexión de ascensores fuera del horario central, aunque no han representado una reducción medible en términos de consumo.

Durante los años 2020 y 2021, con la irrupción de la pandemia del COVID-19, los consumos se vieron reducidos significativamente, en primer lugar, por la implementación del teletrabajo en la mayoría de las oficinas que cumplen funciones administrativas, y en segundo lugar por la anulación del sistema de climatización central ya que hasta ese entonces no era claro si el virus antes mencionado se transmitiría a través de las toberas de ventilación; sin embargo, como puede verse en el Gráfico 8, extrapolar los últimos meses, la situación en 2022 perfila a mantener valores similares a los de la línea base, una vez que se ha normalizado el regreso a las oficinas por parte de todo el personal.

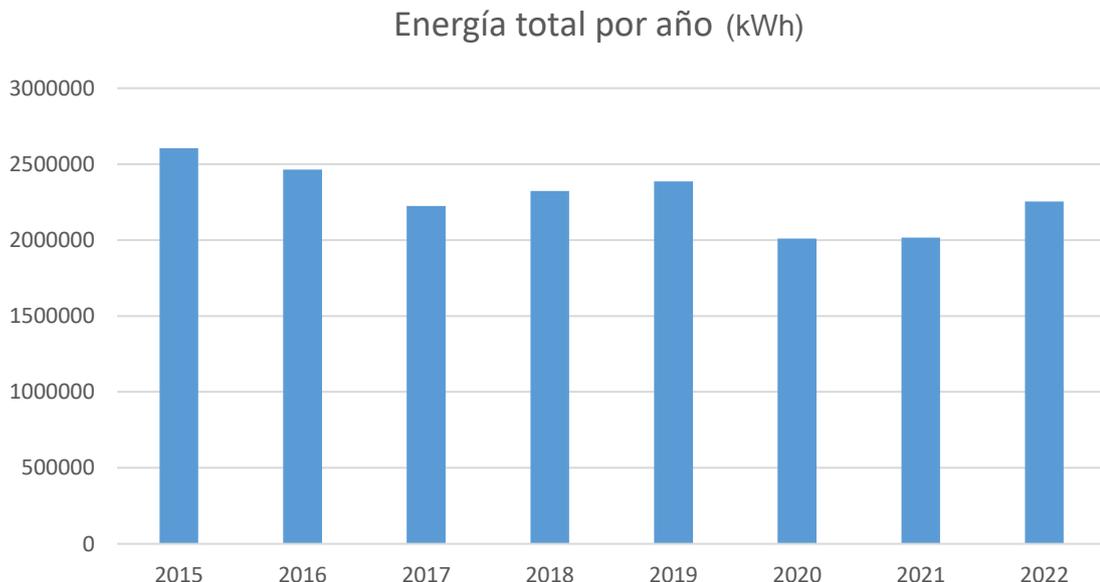


Gráfico 8: Energía consumida Edificio Guardacostas

Fuente: Elaboración propia

Es muy visible el impacto de los sistemas de climatización en la evolución del consumo energético y es por esta razón que, de no mediar ninguna medida concreta que genere eficiencia en estos, los resultados que se obtendrán serán siempre muy limitados. Mediante la adecuación de los horarios laborales, de manera indirecta y a causa del menor uso de estos, se logra reducir su uso, pero se requieren de medidas adicionales para poder sostener su eficacia.

En los siguientes capítulos se analizará la problemática que presentan estos rubros y posibles alternativas de abordaje, se evaluarán las necesidades económicas y financieras asociadas y cómo podrían impactar en el desempeño energético final del edificio.

9. Problemática particular del Edificio Guardacostas

Tal como se describió en capítulos previos, el uso racional de la energía implica mejorar la relación entre la Energía necesaria para el normal funcionamiento del edificio y la energía que es consumida realmente y, por otra parte, el uso eficiente de la energía se determina por la relación entre la Energía que cumple el propósito para el que fue consumida, por sobre la energía total invertida para ese propósito.

Con el objetivo de mejorar la racionalidad y eficiencia en el uso de la energía, se encararon diversas acciones a fin de modificar la cultura organizacional, enfocadas principalmente en la adopción de buenas prácticas y costumbres en el uso de artefactos de climatización, iluminación y ofimática.

Estas medidas, que incluyeron capacitaciones, cartelera y anuncios del tipo “pop-up” en la intranet institucional, apuntando específicamente a la adecuada utilización de los sistemas de climatización e iluminación, así como también el uso racional de agua, tuvieron un efecto limitado en su adopción y el mayor impacto se logró mediante la adecuación de los horarios laborales a franjas determinadas, como se verá más adelante.

En este aspecto, la cultura organizacional juega un papel preponderante, al tratarse de una Fuerza de Seguridad que opera a toda hora y ante cualquier circunstancia, y sus elementos operativos no son proclives a estandarizar horarios. De hecho, en distintas áreas operativas del edificio, nunca se detienen las operaciones, lo que genera un efecto “derrame” por toda la organización, debiéndose destacar guardias de servicios, lo que conlleva al uso de oficinas, climatización, iluminación y ofimática para atenderlas, por lo que hubo que encontrar mecanismos para poder adecuar estos requerimientos con las restricciones que genera el uso racional de la energía.

Otro inconveniente a la hora de implementar políticas de uso racional de la energía en una organización que atiende permanentemente cuestiones urgentes, de seguridad interior y de una criticidad sumamente alta, es la importancia relativa que se le asigna a la energía como bien consumible y oneroso. Si bien en los últimos años hubo un claro acercamiento a esta cuestión, con un mayor compromiso por parte de la Alta Dirección, aún existe cierta reticencia a asignar recursos para implementar mejoras.

Es por lo antes dicho que las soluciones que no requieren una inversión económica suelen ser muy bien recibidas y, por otra parte, las que requieren una inversión, suelen ser mucho más difíciles de ser implementadas.

Una posible solución a este problema sería la implementación de algún mecanismo que sirva como caja de ahorros energéticos, es decir, poder recuperar y conservar, los fondos que se evitan erogar por la implementación de soluciones de EE. Se analizará esta propuesta en el capítulo final de conclusiones.

Este tipo de soluciones podría asimismo colaborar en resolver el problema de la ausencia de un presupuesto asignado por la Administración Pública específicamente para la mejora edilicia en EE, considerando especialmente que una gran parte de los edificios públicos suelen ser muy antiguos e ineficientes.

Obteniéndose partidas presupuestarias o bien, mediante la implementación de un mecanismo de ahorros energéticos, se podría encarar las soluciones de uso eficiente de la energía, renovando instalaciones electromecánicas, lo que, a su vez, crearía un círculo virtuoso que comprometería aún más al personal en su cuidado.

Sin este tipo de implementaciones, para las personas que trabajan en el edificio, ahorrar energía significa reducir el confort por ejemplo con menos uso de climatización y peores condiciones de iluminación. Con la implementación de soluciones tecnológicas que mejoren el confort y a su vez hagan un mejor uso de la energía, esta percepción podría revertirse.

En el próximo capítulo se hace un repaso de las acciones tomadas y los desafíos y conclusiones que se obtuvieron de ellas.

10. Acciones tomadas

10.1 Jerarquización del Administrador Energético Institucional

Una de las primeras medidas que se tomaron, fue la de jerarquizar al AE Institucional, el cual está encargado de la correcta aplicación de los programas de EE en todas las dependencias institucionales de la PNA.

Para ello se le dio la jerarquía de Departamento al área, lo que permite que el Jefe de Departamento sea un oficial superior, con fuerte incidencia dentro de la organización y contacto permanente con la alta dirección.

Con anterioridad, esta área estaba a cargo de una División, que pertenecía a un Departamento que tenía entre sus funciones las de desarrollar mejoras edilicias, y construcciones nuevas. Muchas veces las decisiones que debían tomar generaban conflictos de intereses entre lo requerido y los requerimientos necesarios para un buen uso de la energía.

Al jerarquizar la función y ponerla a la par de los decisores en materia edilicia, se ha logrado que las decisiones edilicias sean acordes a lo indicado en el PROUREE.

10.2 Equilibrio de fases y factor de potencia

Una de las primeras tareas que se realizaron en el edificio fue la de equilibrar las fases mediante la redistribución de las cargas y posteriormente la instalación de dos bancos automáticos de capacitores para compensar el factor de potencia.

Para ello se realizó un trabajo de medición y verificación de las cargas instaladas en cada fase, redistribuyéndolas a fin de lograr un equilibrio sostenido entre ellas, considerando la simultaneidad con las que se activan y la duración estimada del consumo.

Posteriormente, se procedió a la instalación de los bancos automáticos de capacitores, que permiten la compensación del factor de potencia, de acuerdo con los equipos que se vayan conectando, permitiendo mantener este valor en 0.99 en la mayoría del tiempo. Uno de ellos fue instalado en las cargas de fuerza motriz (ascensores, bombas, ventiladores, etc.) y el otro en el resto de las cargas generales.

Acorde los requerimientos de cargas se optó por la instalación de un equipo Siemens Tipo 4RB0 150-1AC40, de 15 kVAr de capacidad para la fuerza motriz y otro equipo Siemens Tipo 4RB0 200-1AC40 de 20 kVAr de capacidad para el resto de las cargas generales.

10.3 Sistema de Gestión de la Energía - ION 7650

La obtención de datos fiables, precisos, consistentes y veraces, que generen información relevante para la toma de decisiones, es parte fundamental de cualquier proceso de mejora en un sistema de gestión. En función de esto, en el año 2016 la PNA incorporó al Edificio Guardacostas un Sistema de Gestión de la Energía, basado en una solución de la empresa Schneider Electric, que incluye un medidor inteligente modelo ION 7650 (Imagen 3) y un software de gestión denominado Struxure Ware Power Monitor Expert.

El mencionado sistema incluye una interfaz de visualización y monitoreo y suma la posibilidad de acceder de forma remota a la información para la gestión y evaluación de los datos registrados. Asimismo, genera reportes predeterminados y programables, con los que se pueden obtener estadísticas de consumos y su evolución entre muchas otras variables, así como también el monitoreo de valores en tiempo real que se asocian con la capacidad de incorporar alarmas ante variaciones de parámetros críticos, como por ejemplo la potencia demandada, armónicos, etc.

Como fuera mencionado, una característica muy importante del equipo es su capacidad de monitoreo remoto, permitiendo establecer interfases de visualización y análisis de datos en locaciones estratégicas para la correcta gestión de la energía eléctrica. En el caso del Edificio Guardacostas, se establecieron esas terminales en las oficinas de mantenimiento y en el Departamento Control Energético.



Imagen 3: Medidor Inteligente Schneider Electric ION 7650

En las oficinas de mantenimiento se observa la evolución en tiempo real de las variables críticas, mientras que las funciones que se realizan en el Departamento son más orientadas a la gestión estratégica del recurso.

Teniendo en cuenta la posibilidad de tomar decisiones estratégicas en materia energética a partir de la información recolectada, es destacable mencionar que el software de gestión permite la evaluación de múltiples dispositivos de medición en locaciones remotas, lo que permite la centralización del monitoreo y análisis de la información para organizaciones que presenten diversos inmuebles en distintas ubicaciones geográficas.

10.4 Ajuste de los horarios laborales

Entre las acciones que más impacto tuvieron, se destaca la realizada en función de la homogeneización de los horarios de ingreso y egreso del personal que realiza funciones administrativas.

El objetivo final de este análisis era el de evitar el mal uso de oficinas, sistemas de climatización y demás equipamiento electromecánico, el cual debe permanecer encendido incluso si una sola persona está utilizando una oficina.

Para ello se cruzó información entre los sistemas de control de acceso del personal y el sistema de gestión de la energía que tiene como base el analizador de energía instalado en la acometida del Edificio.

Dentro de las funciones que posee permite tomar mediciones (una por segundo) de cualquiera de los parámetros eléctricos más relevantes, como ser la potencia, tensión, corriente, factor de potencia, armónicos, etc. y hacer un promedio cada 15 minutos obteniendo una lectura que almacena y que permite luego realizar el análisis en función de la evolución de estos.

El trabajo consistió en tomar las mediciones de una semana y graficar los valores obtenidos. Estos permiten visualizar la energía que se consume en kWh, la potencia puesta en juego en kW y la evolución de estos parámetros a través de las horas del día con la finalidad de poder analizar eventos como arranque de equipos con sus tiempos de funcionamiento, ingreso y egreso del personal, etc., en las distintas horas del día, para poder ordenar los mismos y observar desvíos que puedan ser ajustados.

Este tipo de análisis permite obtener ahorros significativos de energía, sin inversión adicional. Si bien en este caso se utiliza un equipo analizador de energía, es recomendable que este dispositivo se encuentre instalado en edificios de dimensiones considerables (con una demanda de potencia eléctrica superior a los 300kW) por los múltiples beneficios que representa para las áreas de mantenimiento. Es por eso que se evalúa como una acción sin inversión monetaria, aunque haya habido una erogación para la compra del equipo.

Es destacable mencionar que, de no contar con este tipo de equipos, se pueden acceder a equipos de menores prestaciones, pero muy accesibles en términos económicos, los cuales podrán ser instalados *ad-hoc* en cada edificio que se evalúe.

10.4.1 Periodo Analizado

La semana seleccionada para este primer análisis es la que va desde el 07/9/2015 al 13/9/2015. La evolución de las potencias puestas en juego día tras día, durante esta semana es el que se observa en el siguiente Gráfico 9:

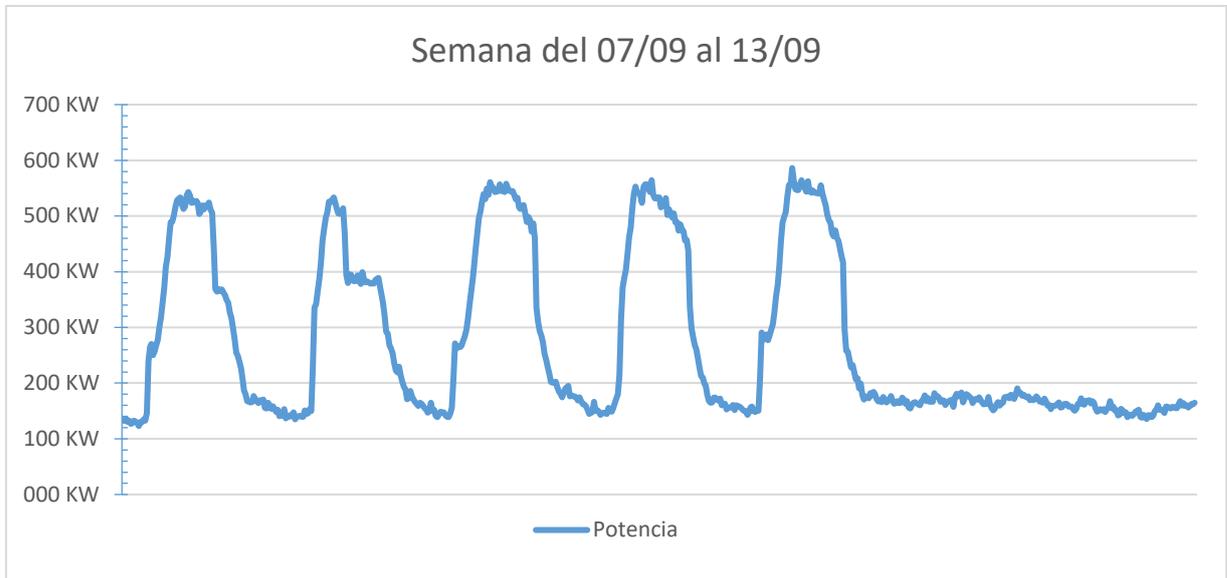


Gráfico 9: Perfil de Carga Semana 7-13 de Septiembre

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se presenta el análisis de cada uno de los días de la semana en forma individual con los gráficos de consumos y franja horaria laboral con el ingreso y egreso del personal en el Edificio Guardacostas, demostrativo del crecimiento y disminución del consumo y normalización en horario nocturno.

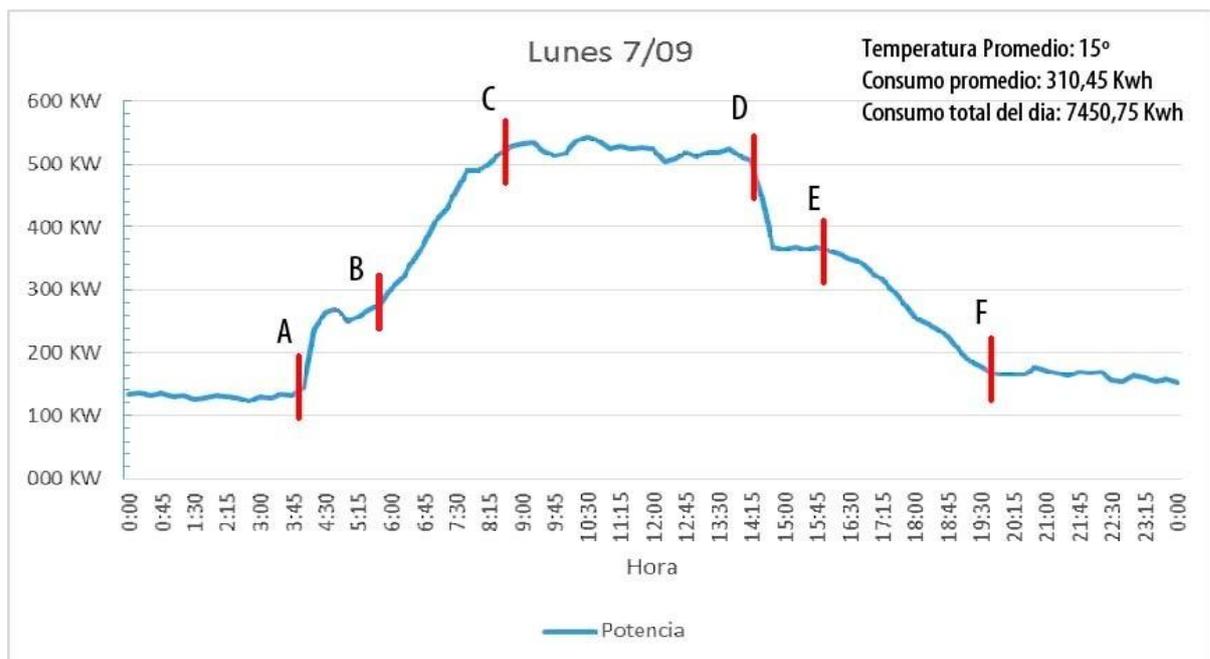


Gráfico 10: Perfil de carga, Lunes

Fuente: Elaboración propia

Punto A: Puesta en marcha del sistema de calefacción del edificio siendo las 3:45 Am.

Punto B: El sistema de calefacción sigue funcionando y comienza a ingresar el personal que realiza tareas administrativas en el edificio. 05:45 AM.

Punto C: El edificio se encuentra con todo el personal trabajando y llegamos al punto máximo de demanda de potencia del lunes 07 de septiembre.

Punto D: Se para el sistema de calefacción a las 14:15 aproximadamente y el consumo baja considerablemente. En este día en particular se puede parar el sistema de calefacción gracias a la temperatura registrada pasado el mediodía, que es de 16°.

Punto E: Aproximadamente a las 16:00 hs. comienza a retirarse el personal del edificio, proceso que concluye en 3 horas y media. El edificio queda trabajando con aquellas direcciones que realizan tareas operativas y la guardia.

Punto F: El edificio se encuentra funcionando con el régimen habitual de los horarios nocturnos entre semana.

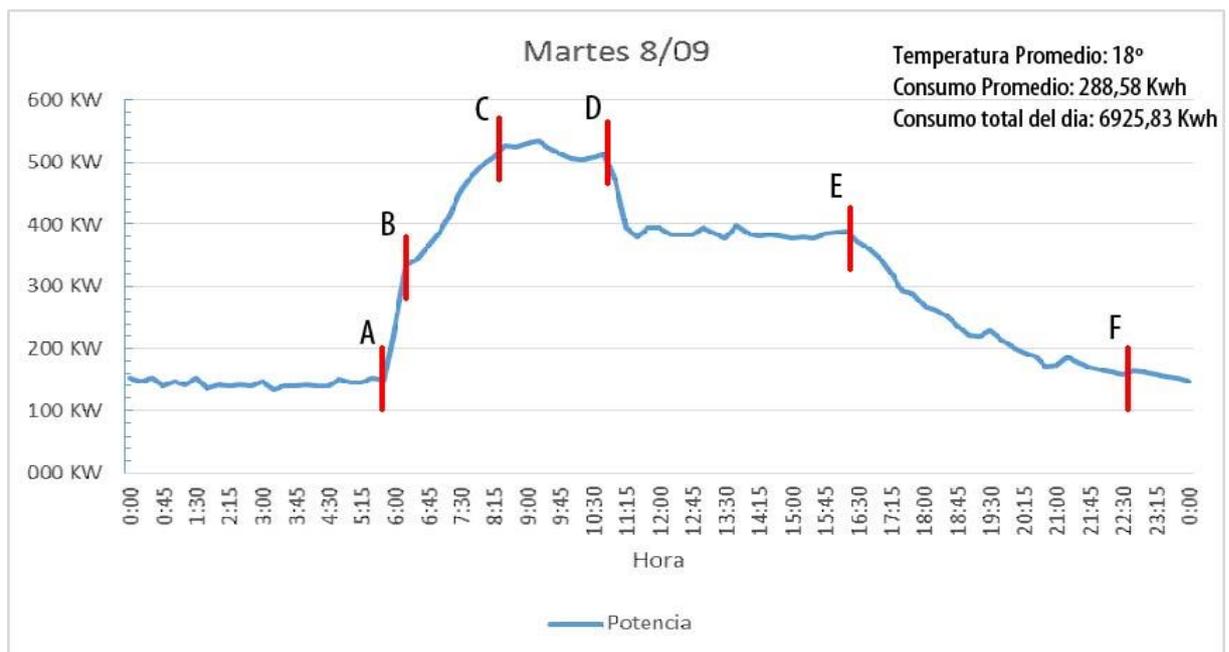


Gráfico 11: Perfil de carga, Martes

Fuente: Elaboración propia

Para los puntos A – B – C – E y F es el mismo análisis que para el día 07/09. El punto D, es el que grafica la parada del sistema de calefacción y se produce aproximadamente a las 11:15 Am ya que la temperatura exterior lo permite (19° C).

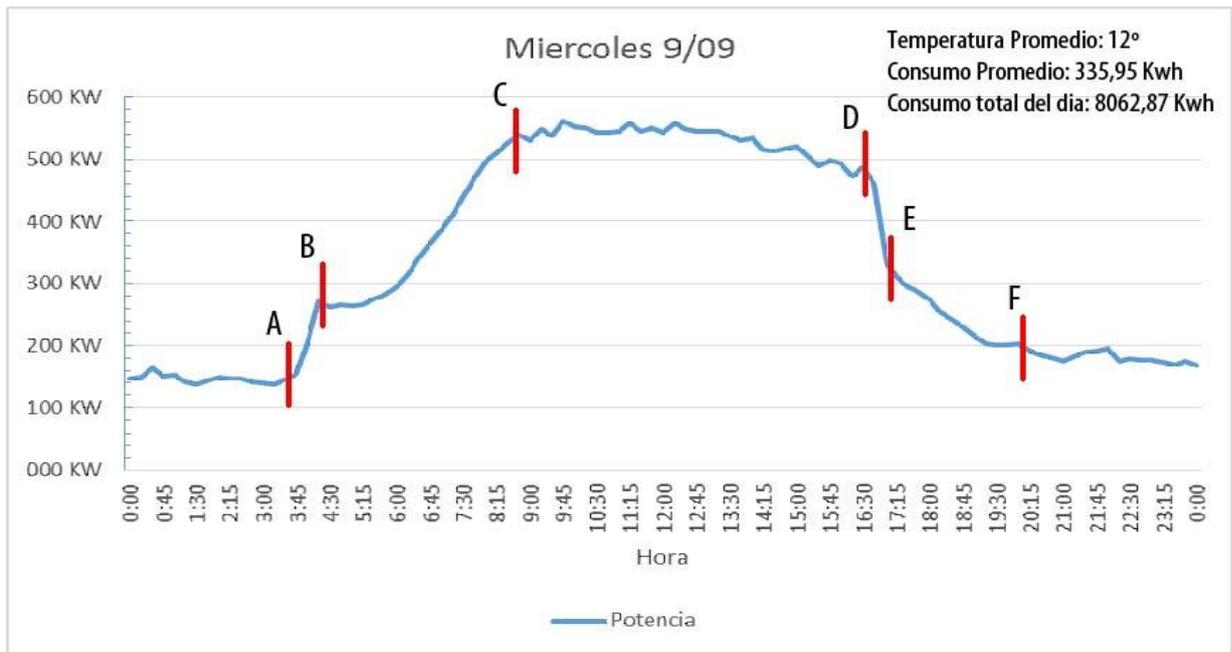


Gráfico 12: Perfil de carga, miércoles

Fuente: Elaboración propia

Puntos A – B – C – E y F mismo análisis que para los días anteriores. En el punto D se produce la parada del sistema de calefacción con su consecuente bajada de potencia demandada.

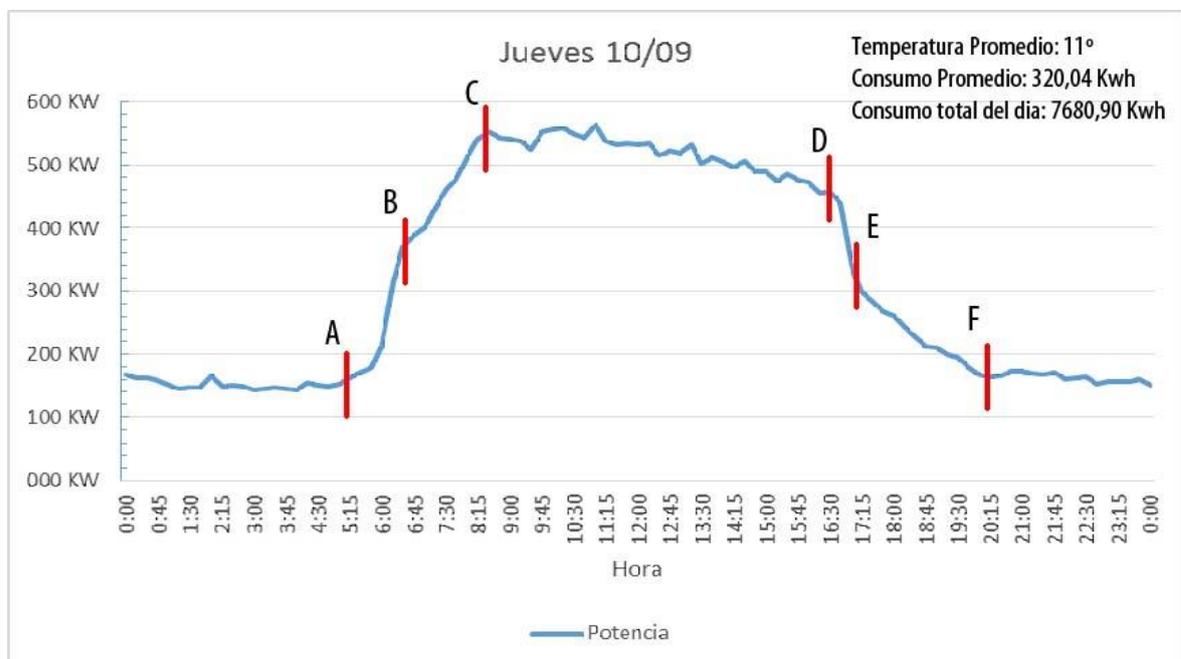


Gráfico 13: Perfil de carga, jueves

Fuente: Elaboración propia

Puntos A – B – C – E y F mismo análisis que para los días anteriores.

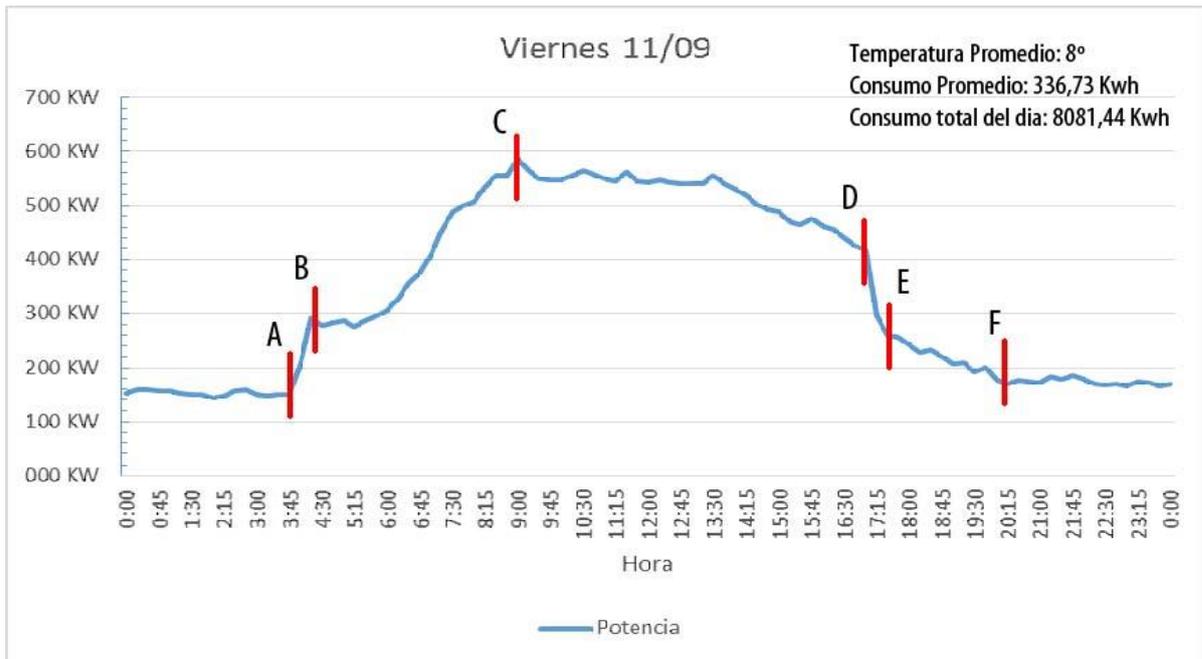


Gráfico 14: Perfil de carga, viernes

Fuente: Elaboración propia

Puntos A – B – C – E y F mismo análisis que para los días anteriores.

10.4.2 Análisis del fin de semana

El siguiente gráfico refleja los consumos del Edificio Guardacostas funcionando únicamente con las tareas de las guardias operativas. Estos consumos son muy

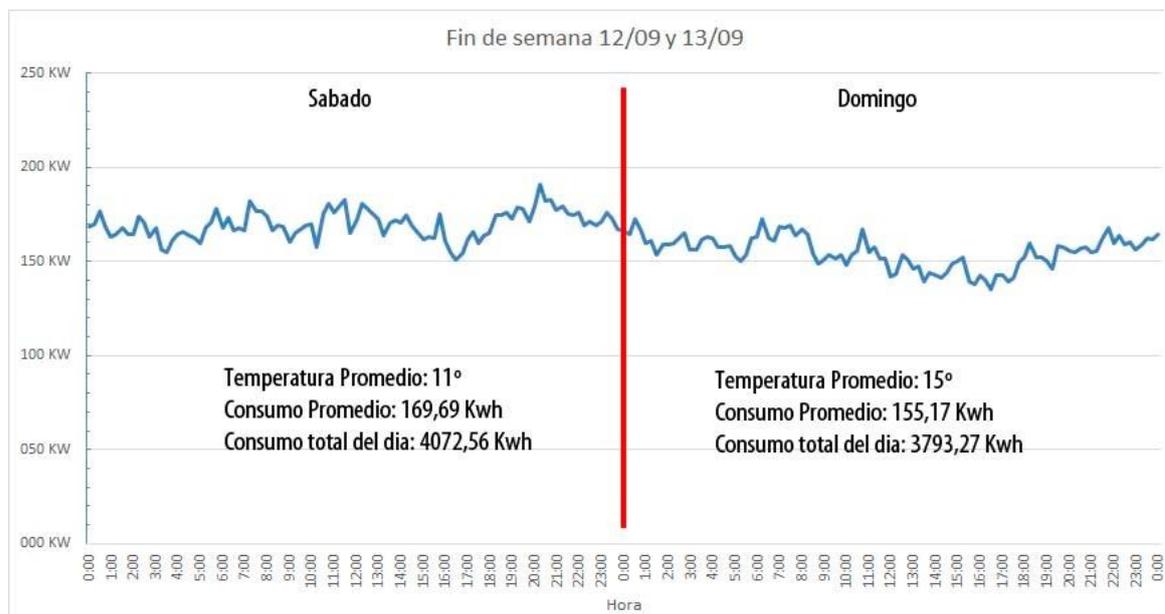


Gráfico 15: Perfil de carga, días Sábado y Domingo

Fuente: Elaboración propia

similares a los que se observan días feriados y no laborables. Los valores presentados en el Gráfico 15 son los correspondientes a los días sábado 12/9 y domingo 13/9.

Durante el fin de semana en análisis, el pico máximo de potencia fue de 190,77 kW y se produjo durante el sábado. Por lo pronto un dato importante que podemos observar en este punto es que luego del retiro del personal que realiza tareas administrativas, el Edificio Guardacostas debería tener un consumo acorde con el mismo que se da con el final de un día hábil y el comienzo del otro. De datos almacenados se observa un incremento importante de alrededor de 500 kWh durante cada día del fin de semana.

Se observa una demanda de potencia de base de aproximadamente 170 kW. Esto se debe a la operación de sistemas que se mantienen en funcionamiento independientemente del personal que se encuentre en servicio, citando por ejemplo a la sala de servidores.

Sin embargo, parte de esta demanda de base se explica por el funcionamiento de equipos que no son críticos para el mantenimiento de las operaciones y que pueden ser utilizados de manera más eficiente, por ejemplo, dispensadores de agua fría/caliente, heladeras, termo tanques eléctricos, etc. Con posterioridad en este trabajo se abordarán posibles mejoras en su uso.

10.4.3 Evaluación y Análisis

Del monitoreo efectuado en el periodo que comprende la semana del 07/09 al 13/09, se desprende que los consumos registrados guardan relación con el ingreso y egreso del personal y las condiciones climáticas del momento.

Esta situación motivaba que los consumos energéticos se incrementen considerablemente si se opera en una franja horaria extendida de trabajo en donde la entrada/salida del personal es irregular y el encendido de luminarias y sistemas de climatización se efectúa con mucha antelación al ingreso, manteniéndose el consumo incrementado y estable durante toda la jornada laboral, para comenzar a disminuir varias horas después de la hora de finalización de tareas.

De lo expuesto, se infirió que para disminuir y/o armonizar los consumos energéticos derivados de la poca homogeneidad en los horarios en que las oficinas permanecían activas, se debían evaluar propuestas divididas en dos grandes líneas; las que requieren inversión económica y las que no requieren inversión económica directa.

Muchas de estas medidas fueron implementadas, o al menos evaluadas, y se presentan en distintos capítulos del presente trabajo.

a) **Con inversión Económica**

- Actualizar el sistema de climatización central a los efectos de desinstalar todos los equipos individuales tipo Split de aire acondicionado que se encuentran en el Edificio Guardacostas.
- Actualizar la instalación eléctrica general de las oficinas mediante un sistema de control automático, comandado con una central de gestión de energía, para que funcionen solamente acorde a cronogramas de horarios previamente consensuados y autorizados, lo que implicaría además la actualización de tableros, tomas, etc.
- Actualizar sistemas de iluminación, tanto interior como exterior.
- Actualizar todos los sistemas de fuerza motriz que accionan todos aquellos equipos como motores con bombas acoplados, que por sus características resultan ser ineficientes energéticamente.
- Mejorar la envolvente del edificio (aislación térmica) a los efectos de dar mayor eficacia al sistema de climatización (ventana con doble vidrio, parasoles, sellados, etc.)
- Instalar cierres automáticos en todas las puertas y liberar todos los retornos del sistema de climatización para su óptimo funcionamiento.
- Instalar sensores interiores y exteriores para automatizar funciones de puesta en marcha y parada, prendido y apagado de luces, motores, sistema de climatización, etc.

b) **Sin inversión Económica**

De todos los parámetros monitoreados, se observaron claramente dos aspectos fundamentales para tener en cuenta que son los que generan mayor consumo.

- Horario de trabajo administrativo extendido, comenzando a las 05:45 Am y concluyendo aproximadamente a las 20:30 Hs. A su vez este consumo tiene dos características importantes.
- El que se da en los fines de semana, o sea solamente con las direcciones que tienen funciones operativas y la guardia de este, que aproximadamente es de 3400 a 3500 kWh.
- El que se da de lunes a viernes en donde se superpone al consumo mencionado el producido por todo el personal (civil, suboficiales y oficiales) que desempeña tareas administrativas, con un consumo aproximado que va desde los 7400 a

8500 kWh por día, dependiendo de las características del día y de los factores externos.

- Consumo por funcionamiento del equipo central de climatización al que además se le superponen todos los aires acondicionados individuales tipo Split instalados, aproximadamente 222 unidades.

10.4.4 Conclusiones

Teniendo en cuenta el consumo que se da por el horario de trabajo extendido, se obtendría un ahorro importante en energía eléctrica, gas y agua si se limita la jornada laboral a 7 u 8 horas entre las 07:00 y las 16:00 hs. para todo el personal administrativo, de acuerdo con la normativa y convenios colectivos de trabajo.

Este criterio se adoptó mediante Orden Interna, requiriendo una uniformidad con los horarios de ingreso y egreso del personal (Oficiales, Suboficiales y Personal Civil), con una tolerancia de 15/30 minutos para el ingreso y de igual manera para el egreso.

Lo indicado anteriormente se resolvió monitoreando a través del sistema de control instalado en el acceso al Edificio Guardacostas donde se verificó el ingreso y egreso de todas las personas, comparando los protocolos de funcionamiento informados de cada oficina e individuos que la utilizan contra los horarios de cumplimiento diario y semanal obtenidos.

Aquellas Direcciones que manejaban otros horarios por cuestiones operativas también informaron estas desviaciones y desarrollaron sus tareas en oficinas especialmente dedicadas a tales fines, las cuales permitían mantener apagadas al resto.

Otro dato importante es el monitoreo de las personas que accedían los sábados y domingos, ya que se detectó a través de los consumos un incremento aproximado de 400 kWh x día durante el fin de semana.

El potencial ahorro de energía que se estimó modificando estas situaciones presentadas anteriormente sería aproximadamente de 1.200 a 1.500 kWh por día, o sea 7.500 kWh por semana o 30.000 kWh por mes, un valor muy importante. Como se ve en el próximo párrafo, las estimaciones no fueron muy alejadas de la realidad.

Durante el primer año de implementación, tal como se aprecia en el Gráfico 16 que se presenta a continuación, se estimó el ahorro energético en un 5.4% en energía eléctrica. Al año siguiente este porcentaje se incrementó al 9,9%, por lo que se obtuvo un ahorro del 14.6% desde el comienzo de la implementación.

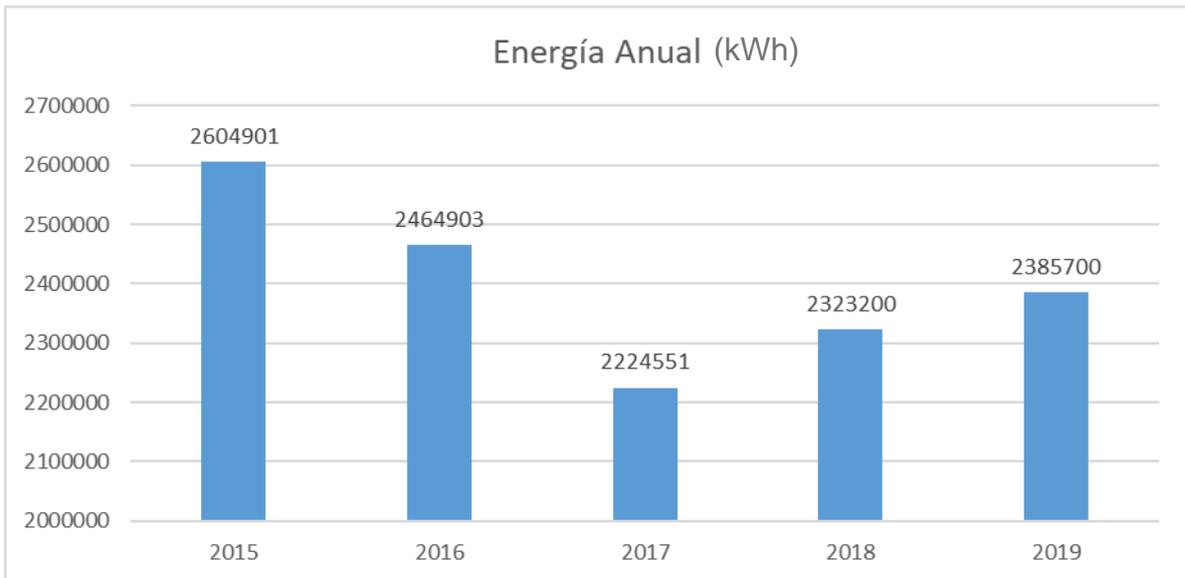


Gráfico 16: Energía anual, Edificio Guardacostas

Fuente: Elaboración propia

Sin embargo, en parte por necesidades operativas, en parte por la instalación de equipos de aire acondicionado adicionales, como también por una flexibilización en los controles, estos valores cambiaron a partir del tercer año, notándose un aumento en el consumo del orden del 4.4%. Esta situación no pasó inadvertida por la conducción, la cual reforzó estas medidas en el 2019, pero su impacto no pudo ser correctamente medido ya que meses después comenzó la pandemia de COVID 19, alterando el funcionamiento normal del edificio en su totalidad.

Tal como se mencionó anteriormente, el aumento de consumo continuó su evolución en mayor medida por la instalación a demanda de equipos de aire acondicionado tipo Split en diversas oficinas, los cuales al actuar en conjunto con el equipo de climatización central elevan de manera importante el consumo.

Esta problemática será analizada en el próximo punto, pero es importante destacar que su impacto complica el correcto análisis de otras medidas ya que aún no se cuenta con un analizador de energía independiente para la línea de aire acondicionado.

10.5 Evaluación del sistema de climatización

El 32% del consumo energético del Edificio Guardacostas se explica por los sistemas de climatización. La importancia relativa que presenta hizo imprescindible su análisis y optimización.

Sin embargo, los costos asociados a las mejoras en sistemas de climatización en edificios de esta magnitud hacen que muchas de las medidas que deberían implementarse queden descartadas por su muy alto costo inicial.

Es destacable mencionar que pueden realizarse mejoras que no impliquen grandes desembolsos y que optimicen el funcionamiento, sin perder confort. Para ello se realizó un estudio integral del sistema en funcionamiento, el cual se detalla a continuación junto a las recomendaciones que permitirían incrementar la eficiencia.

10.5.1 Alcance del análisis

Se buscó evaluar y rediseñar el sistema actual de climatización para el acondicionamiento del aire, y así lograr un control preciso y eficiente de la temperatura. Esto permitiría una distribución del aire climatizado de manera funcional y efectiva acorde a las necesidades, lo que se vería reflejado en un alto grado de ahorro en el consumo de energía y del mantenimiento de los equipos.

10.5.2 Descripción del sistema actual

La climatización actual se realiza a través de dos sistemas independientes, uno para la refrigeración con circulación de agua enfriada por dos compresores y sus equipos asociados, que circula a través de serpentines que son atravesados por un flujo de aire impulsado por sendas turbinas, el cual luego es distribuido a las oficinas; y el de calefacción por agua caliente generada por tres calderas y sus equipos auxiliares, que circula por otros serpentines atravesados por aire para su posterior distribución.

El sistema comparte las mismas cámaras de tratamiento y distribución de aire con serpentines de agua fría y caliente, es decir, que el aire que circula atraviesa a ambos serpentines estando en funcionamiento uno u otro según los meses del año y la temperatura lo ameriten. Mientras el sistema está en funcionamiento el aire tratado alimenta a todo el edificio.

A continuación, se describe cada uno de estos sistemas con las potencias específicas puestas en juego y el consumo.

10.5.3 Deficiencias del sistema actual

En la actualidad el sistema de climatización, tanto de frío como de calor funciona de manera ineficiente, ya que su equipamiento es de aproximadamente cuarenta años de antigüedad.

Fue diseñado inicialmente para ofrecer solamente ventilación y luego se adaptó a suministrar frío y calor. Por su antigüedad no permite discriminar el envío de aire en forma controlada a los ambientes y la regulación solamente se hace a través de las rejillas ubicadas en los mismos.

Al modificarse en forma progresiva los parámetros de cálculo originales ya sea por cuestiones de crecimiento interno (personas-equipos etc.) y por condiciones exteriores (cambios climáticos), se vio afectado su rendimiento, lo que provocó que a través del tiempo se vayan instalando equipos individuales tipo Split (aprox. 222).

La temperatura de corte se calcula mediante solo un sensor instalado en el retorno, lo que imposibilita la distribución homogénea del aire tratado, calentándose excesivamente los pisos superiores en invierno y refrigerándolos deficientemente en invierno.

10.5.4 Sistema de refrigeración

La instalación de refrigeración está constituida por un sistema de generación y distribución de agua fría a doce cámaras de tratamiento de aire.

El sistema de generación de agua fría consta de dos unidades enfriadoras de agua accionadas por un compresor axial-helicoidal marca Dunham-Bush modelo PCX-350H con una capacidad nominal de 283 toneladas de refrigeración cada una.

Cada unidad cuenta con un compresor accionado por un motor eléctrico de 200 kW (FLA 375 AMP/ LRA 1530 AMP), bomba de aceite de 1,7 kW (FLA 3.9 AMP/ LRA 31 AMP), bomba de circulación de agua fría 29,8 kW (40 HP), bomba de agua de condensado 18,65 kW (25 HP) operando en paralelo entre dos colectores (Mando y Retorno) desde donde el agua se distribuye a las distintas zonas que componen el sistema.

Además, cuentan con su propio sistema de condensación constituido por una torre de enfriamiento de 4 celdas, 2 bombas de circulación de agua de torre de 14.7 kW (20 CV), cañerías, filtros y demás elementos asociados.

En las siguientes imágenes se observan fotografías del sistema actual, con sus bombas de circulación, las unidades compresoras y un esquema de funcionamiento que ayuda a comprender su dimensión y características generales.

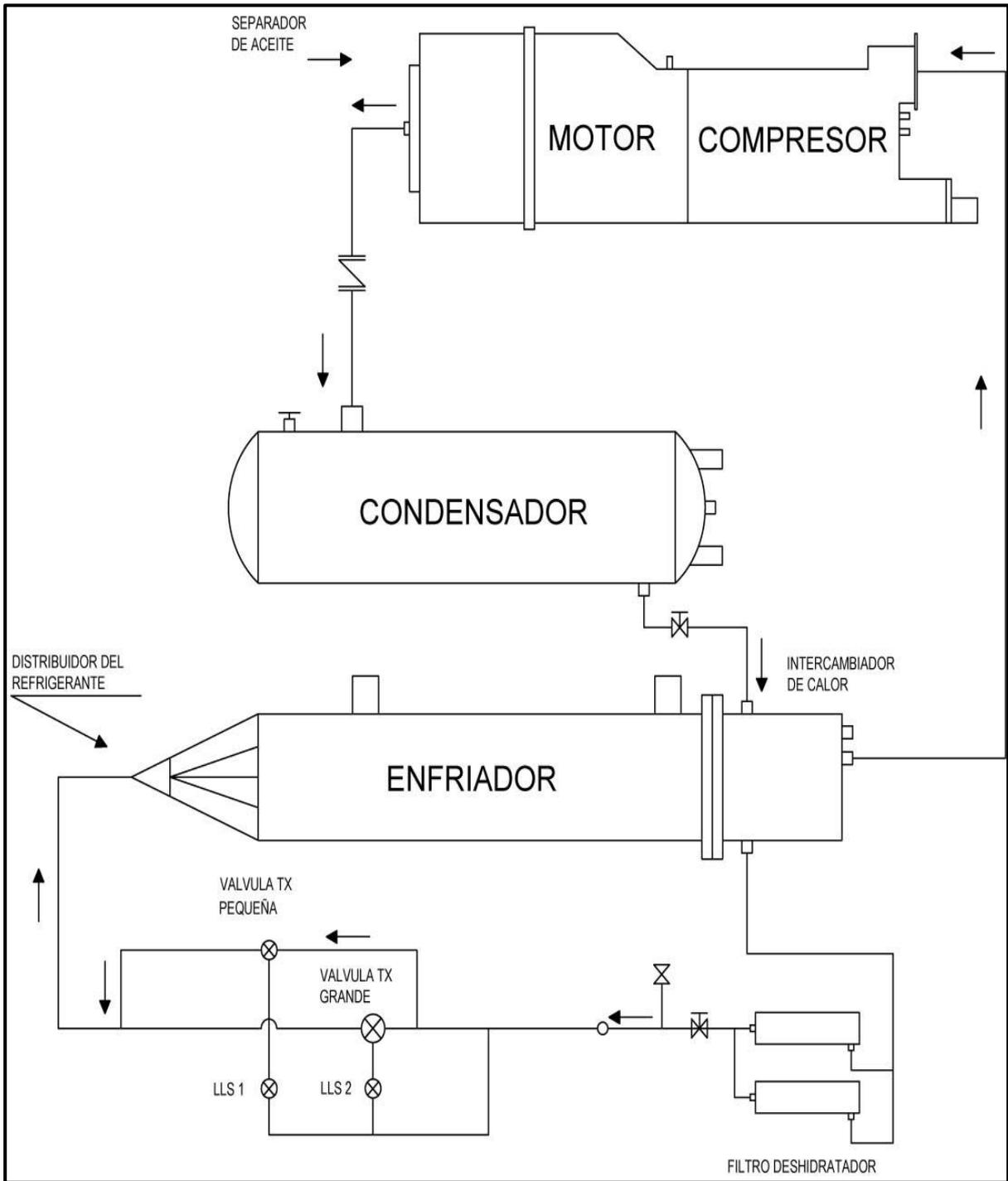


Imagen 4: Diagrama de funcionamiento del Sistema de refrigeración

Fuente: Elaboración propia



Imagen 5: Compresor Dunham Bush



Imagen 6: Compresor Dunham Bush



Imagen 7: Bombas de circulación de agua fría



Imagen 8: Compresor Clima Veneta

- Unidad enfriadora PCX

La unidad enfriadora de agua, modelo PCX-350, está equipada con un compresor semi-hermético tipo axial-helicoidal, constituido básicamente por dos engranajes helicoidales encerrados dentro de una carcasa. El gas es sucesivamente

aspirado, comprimido y descargado al realizarse el desacople y acople de los engranajes helicoidales. El desacople de un lóbulo macho y un lóbulo hembra crea un espacio de volumen creciente en donde ingresa el gas de succión a la vez que se desplaza respecto de la carcasa. Al llegar a un cierto punto de la rotación del tornillo, el volumen formado por el lóbulo hembra y la carcasa abandona la zona de la abertura de succión y al continuar la rotación y producirse el engrane comienza la compresión del gas, al reducirse el volumen que ocupa el mismo.

La etapa de compresión continúa hasta que el gas, en su desplazamiento axial, alcanza las aberturas de descarga, por donde es expulsado. Se obtiene así un flujo continuo de gas y un momento torsor sumamente uniforme, debido al hecho que simultáneamente se producen varios ciclos de aspiración y descarga originados en respectivos pares de lóbulos. La regulación de capacidad se realiza en forma continua a través de una única válvula corredera accionada hidráulicamente y comandada por un controlador.

Cuando el compresor está 100% cargado, la válvula que constituye parte de las paredes de la carcasa se encuentra en la posición cerrada. La reducción de capacidad se inicia cuando la válvula se desplaza creando una abertura en la pared inferior de la carcasa a través del cual el gas de succión puede retornar a la abertura de aspiración, antes que el gas haya sido comprimido. La reducción de capacidad hasta un 10% de la carga máxima se realiza mediante el desplazamiento progresivo de la válvula.

El gas comprimido, libre de aceite, pasa del separador de aceite a través de una válvula de retención al condensador. La válvula de retención evita la migración de refrigerante hacia el enfriador durante el ciclo de parada. En el condensador se retira el calor de compresión y el calor del motor. El mismo es del tipo casco y tubo de dos pasos de agua, circulando el agua por dentro de los tubos y el refrigerante externamente a los mismos.

El refrigerante líquido deja el condensador enfriado y circula luego a través del intercambiador de calor y válvulas de expansión.

- **Cámaras de tratamiento y distribución de aire**

Existen en total 12 cámaras de tratamiento y distribución de aire. En ellas el aire de retorno y exterior se mezclan y pasan a través de los siguientes elementos:

- Batería de filtros
- Serpentina de calefacción
- Serpentina de enfriamiento por agua fría
- Ventilador de impulsión de aire
- Conductos de mando y retorno

Se observan en las siguientes imágenes los elementos antes mencionados.



Imagen 9: Batería de Filtros



Imagen 10: Turbina



Imagen 11: Ventilador de Subsuelo



Imagen 12: Serpentina de Refrigeración

Seis de las mencionadas cámaras están ubicadas en el subsuelo y sirven a PB, 1er, 2do, 3er, 4to y 5to piso (zonas I, II, III, IV, V y VI). Cada una de las zonas alimenta un sector vertical, es decir, a las seis primeras plantas.

En la azotea están ubicadas las otras seis cámaras de tratamiento de aire que sirven a los pisos 6to, 7mo, 8vo y 9no. (zonas I-b, II-b, III-b, IV-b, V-b y VI-b).

- **Turbinas Subsuelo y Terraza**

A continuación, se detallan las características de las turbinas y su lugar de instalación.

Subsuelo

Ventilador N°1: Motor 5,5 kW (7.5HP)
Ventilador N°2: Motor 5,5 kW (7.5 HP)
Ventilador N°3: Motor 11 kW (15 HP)
Ventilador N°4: Motor 11 kW (15 HP)
Ventilador N°5: Motor 29.4 kW (40 HP)
Ventilador N°6: Motor 18.5 kW (25 HP)

Terraza

Ventilador N°1: Motor 7.5 kW (10 HP)
Ventilador N°2: Motor 7.5 kW (10 HP)
Ventilador N°3: Motor 4 kW (5.5HP)
Ventilador N°4: Motor 7.5 kW (10 HP)
Ventilador N°5: Motor 29.4 kW (40 HP)
Ventilador N°6: Motor 22 kW (30 HP)

Potencia total instalada: 158.8 kW

10.5.5 Estudio de potencias y energía

Las potencias eléctricas puestas en juego cuando funciona el sistema de refrigeración están dadas por el compresor (310 kW Clima Veneta), bomba circulación de aceite (1,7 kW), bomba agua fría (29,84 kW), bomba agua de condensados (18,65 kW) y la torre de enfriamiento (14,7 kW), lo que representa un total de 375 kW por cada compresor en funcionamiento.

Si a cada compresor con sus equipos adicionales lo afectamos por un factor de utilización de 0,7 nos da 263 kW.

Teniendo en cuenta que son dos los compresores instalados pero que nunca se encienden los dos en simultáneo, se considera solo el compresor más moderno para el análisis. Con respecto a los ventiladores y la potencia instalada es de 158,8 kW, afectada por un factor de utilización de 0,7 nos da 111 kW.

La suma de las potencias de los compresores y las de los ventiladores por aproximadamente 12 hs. de funcionamiento diario, nos da por resultado el consumo energético por día.

263 kW + 111 kW = 374 kW x 12 Hs. = 4488 kWh de consumo por día aproximadamente.

10.5.6 Equipos tipo Split instalados en paralelo.

Es importante destacar que en paralelo con este sistema de climatización central y debido a diversas fallas e ineficiencias presentadas en el tiempo, se encuentran instalados aproximadamente 222 equipos de aire acondicionado individuales del tipo Split, de diversos tipos (On-Off, Inverter, Frio solo, Frio / Calor), los cuales operan sin ningún programa de mantenimiento, estimándose una potencia de aproximadamente 1,5 kW por cada uno, por lo que representan 333 kW instalados.

Teniendo en cuenta un factor de utilización de 0,6 la potencia puesta en juego es de 200 kW y con 10 Hs. de funcionamiento diario, la energía consumida por día sería igual a $200 \text{ kW} \times 10 \text{ Hs.} = \mathbf{2000 \text{ kWh por día aproximadamente.}}$

Estos equipos representan un 50% del total de energía consumida por el sistema central y a su vez estropean la vista de la fachada principal, tal como se aprecia en la siguiente imagen.

Debe tenerse en cuenta que el efecto combinado del uso del sistema central y este “sistema secundario” acerca peligrosamente la potencia demandada a la máxima potencia que puede entregar el transformador del edificio (1000kW / 1250kVA), por lo que, en días cálidos, cuando el personal ya ingresó al edificio y se encuentra realizando sus tareas cotidianas, debe apagarse el sistema central, incrementando la temperatura del edificio y afectando severamente el confort de los usuarios.

Como se mencionó anteriormente, la potencia puesta en juego entre los equipos de frio, más los Split instalados está en el orden de los 563 kW.



Imagen 13: Vista de los compresores de aire acondicionado instalados en paralelo

A todo esto, hay que agregar la potencia de iluminación, equipamiento de informática, ascensores, más misceláneas, lo que nos hace estar cerca del límite de potencia nominal del transformador que se encuentra en la entrada del Edificio Guardacostas que es de 1250 KVA (1000 kW). Esta variable se controla permanentemente en verano para evitar excesos de demanda de potencia al transformador.

El total aproximado de energía consumida en cada día laborable estaría aproximadamente en $4488 \text{ kWh} + 2000 \text{ kWh} = 6488 \text{ kWh/día}$, lo que se trata de controlar manualmente, es decir, apagando el equipo central que representa el único sistema en que se tiene control.

10.5.7 Sistema de calefacción

El sistema de calefacción opera calentando el agua que se recircula por medio de 3 (tres) calderas marca Termical, serie C-3P-A de tipo Humotubular alimentadas con gas natural. Generando cada una de estas una superficie de calefacción de 94 m^2 y una presión de trabajo de 6.5 Kg/cm^2 . El motor forzador de aire es de arranque directo marca MEZ MOHELNICE con un consumo de 5.5 kW (7.5 HP).

La circulación del agua caliente es producida por 4 (cuatro) bombas de 11 kW (15 HP) cada una y distribuido por los 12 ventiladores que climatizan el edificio.

En las siguientes imágenes se pueden apreciar las calderas y sus correspondientes bombas de recirculación de agua caliente. Es importante destacar que las calderas son inspeccionadas de manera anual por la autoridad competente del Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires.



Imagen 14: Bombas de recirculación



Imagen 15: Caldera N° 1

10.5.8 Conclusiones de la situación actual

El sistema actual de refrigeración instalado data de la década del 70. Al presente las condiciones tanto climáticas como las de uso del edificio han cambiado drásticamente, dejando al sistema desactualizado. La cantidad de personal y de artefactos eléctricos instalados se han ido incrementando proporcionalmente a lo largo de aproximadamente 40 años transcurridos desde la instalación del sistema de refrigeración actual.

Considerando este incremento de equipamiento con consumo eléctrico y el aumento de las temperaturas por el fenómeno del calentamiento global da por resultado una necesidad cada vez más notoria de actualización del sistema.

Luego de haber analizado esta situación, en lo que respecta al sistema de climatización, se llegó a la conclusión de que sería necesario efectuar una reconversión y actualización con tecnología de última generación del sistema actual, lo cual se vería reflejado en un ahorro de energía sustancial y a su vez un espacio de trabajo adecuado para todo el personal que presta servicio en el Edificio Guardacostas.

Para ello se plantearon tres soluciones posibles, la primera de ellas, la de reconvertir y actualizar completamente el sistema central para poder cumplir con los requerimientos actuales, situación que permitirá la desinstalación de más del 90% de los equipos individuales tipo Split que se encuentran operando en la actualidad.

El segundo escenario es el de la completa desinstalación del sistema central y su reemplazo por equipos individuales multi-split VRV de última generación, uno por cada ala de cada piso, permitiendo asimismo la remoción del 90% de los equipos individuales.

Como última alternativa, se propuso la de mantener la instalación de los equipos individuales, sacando fuera de servicio al equipo central e instalando nuevos equipos individuales, del tipo inverter, en cada oficina que actualmente no posea un sistema propio. Esta opción fue descartada de antemano por el impacto que generarían a la fachada todos los compresores que se requerirían y la baja eficiencia global que alcanzaría el sistema.

10.5.9 Alternativa de actualización del sistema central

La propuesta se basó en una reconversión y actualización total del sistema de generación de frío y calor instalado, situación que debería completarse de acuerdo con el siguiente cronograma de tareas:

- a) Renovación de todos los intercambiadores de aire frío en las doce cámaras de tratamiento de aire, por un sistema moderno y modular que admita el desarme parcial de los mismos para su limpieza y mantenimiento y que además permita el pasaje de aire suficiente para satisfacer las necesidades del sistema.
- b) Renovación de todas las válvulas motorizadas termostáticas para control del pasaje de agua fría.
- c) Instalación de un sistema de humectación del sistema, a fin de mantener el aire en las condiciones de humedad necesarias para el bienestar del personal.
- d) Reemplazo de los doce ventiladores de zona por otros de última generación para lograr una mayor eficiencia en la distribución del aire por todo el edificio, con motores dotados de sistemas de protección y arranque suave.
- e) Recorrido de todos los ductos de aire renovando su aislación térmica y efectuando una limpieza interna profunda de los mismos.
- f) Renovación de todas las rejillas de salida de aire en los locales por otras con sistema de fácil regulación del flujo de aire.
- g) Realizar los trabajos necesarios en los locales, palieres y pasillos en los cuales actualmente se encuentran colocados tabiques divisorios y aberturas vidriadas que no permiten el paso de aire hacia los retornos del sistema, lo cual hace que el rendimiento de este se reduzca.
- h) Reemplazo de las dos bombas de agua fría y las dos de condensación por otras de última generación dotadas de protecciones y arranque suave.
- i) Reemplazo de las cañerías de agua de condensación desde ambas máquinas enfriadoras hasta las torres de enfriamiento ubicadas en la terraza del edificio.
- j) Todo el sistema deberá contar con una central electrónica de monitoreo y control ubicada en la sala de máquinas.

Cabe destacar que esta implementación, si bien eliminaría la necesidad de tener equipos individuales en cada oficina, no permitiría un control centralizado del funcionamiento de cada oficina en particular, por lo que el sistema debería quedar en funcionamiento independientemente del personal que se encuentre trabajando en cada piso, por lo que la eficiencia final del sistema se vería comprometida en situaciones de uso parcial del edificio.

Sobre esta propuesta no se realizó un análisis económico / financiero.

10.5.10 Alternativa de instalación de equipos VRV multi-split

Funcionamiento de las unidades VRV

Los equipos VRV varían el caudal de refrigerante aportado a los evaporadores-condensadores, controlando así las temperaturas de los locales a climatizar. El sistema VRV basa su funcionamiento en el accionamiento del motor del compresor por medio de un control de frecuencia variable o más conocido como Inverter. El compresor trabaja a distintas potencias, regulando el caudal de refrigerante que se suministra, lo que finalmente regula el calor absorbido o cedido, logrando un control

preciso de temperatura. Este control del compresor disminuye los paros y puesta en funcionamiento que son motivo de desgaste de este.

Se consigue de esta manera independizar los lugares a climatizar, con las unidades interiores trabajando de manera independiente. Un aspecto destacable es el control de capacidad de carga que va del 20 al 100%, lo que implica un ahorro importante de energía eléctrica al no estar funcionando constantemente al 100% de su potencia, dependiendo de los requerimientos térmicos.

Una empresa privada, especializada en sistemas de climatización de edificios, realizó un análisis técnico preliminar y recomendó una instalación típica por piso, de 30 unidades interiores tipo cassette de una vía con las siguientes capacidades de refrigeración 2.8 kW, 3.6 kW, 7.1 kW, cuatro unidades interiores tipo cassette de flujo circular con una capacidad de refrigeración 9.0 kW y una unidad exterior para cada planta de 100 kW (28 TN) de refrigeración, con un consumo eléctrico total por planta de 27.03 kW.

Este equipamiento se instalaría en 9 niveles del edificio, ya que el noveno piso cuenta con un sistema de climatización independiente, de última generación para acondicionar los servidores informáticos y ambos subsuelos cuentan con ventilación únicamente.

Además, se previó la instalación de treinta y dos controles remotos cableados por planta y una unidad control remoto central con acceso vía internet y software de gestión.

Es importante destacar que lo antes recomendado se basó en un análisis preliminar a fin de evaluar la factibilidad técnica y económica de la propuesta, la cual deberá ser modificada en caso de obtener financiamiento para el anteproyecto.

El equipo descrito tiene un consumo eléctrico a máxima potencia de 243 kW. Sin embargo, estos equipos al poder distribuir el volumen de refrigeración, encender cada unidad evaporadora por separado y regular las velocidades de los compresores, pueden operar a un 20% de su capacidad máxima, a diferencia del control encendido/apagado a máxima potencia del sistema actual.

Se contempló seguir utilizando los conductos de aire del sistema actual con el solo fin de renovar el aire, lo que reduciría sustancialmente el uso de los ventiladores, previendo un factor de uso de 0.1 en vez del 0.8 actual, lo que daría una potencia de ventiladores de $158.8 \text{ kW} \times 0.1 = 15.9 \text{ kW}$.

Es destacable mencionar que existen dos cuestiones a evaluar en esta propuesta. La primera es por la reducción importante en potencia instalada, y la segunda es la que se da por la posibilidad de usar el conjunto del sistema al mínimo de potencia (20% de la potencia máxima) en función de los requerimientos de cada oficina.

10.5.11 Análisis económico financiero

Tal como se estimó en capítulos anteriores, el sistema actual demanda un aproximado de 6488 kWh/día en días cálidos. Asimismo, se consumen 92.852 m³ de gas de alta presión en invierno sumado a los consumos eléctricos de las bombas de agua y ventiladores. Su evolución anual se observa en los Gráficos 17 y 18.

Todos estos consumos pueden optimizarse con la implementación de este sistema debido a que las unidades son del tipo frío/calor.

En este análisis se omiten la evaluación de los costos de mantenimiento, que se estiman sensiblemente inferiores en el sistema VRV. Tampoco se analizan los posibles ingresos por venta de equipos usados (compresores, bombas, etc.).

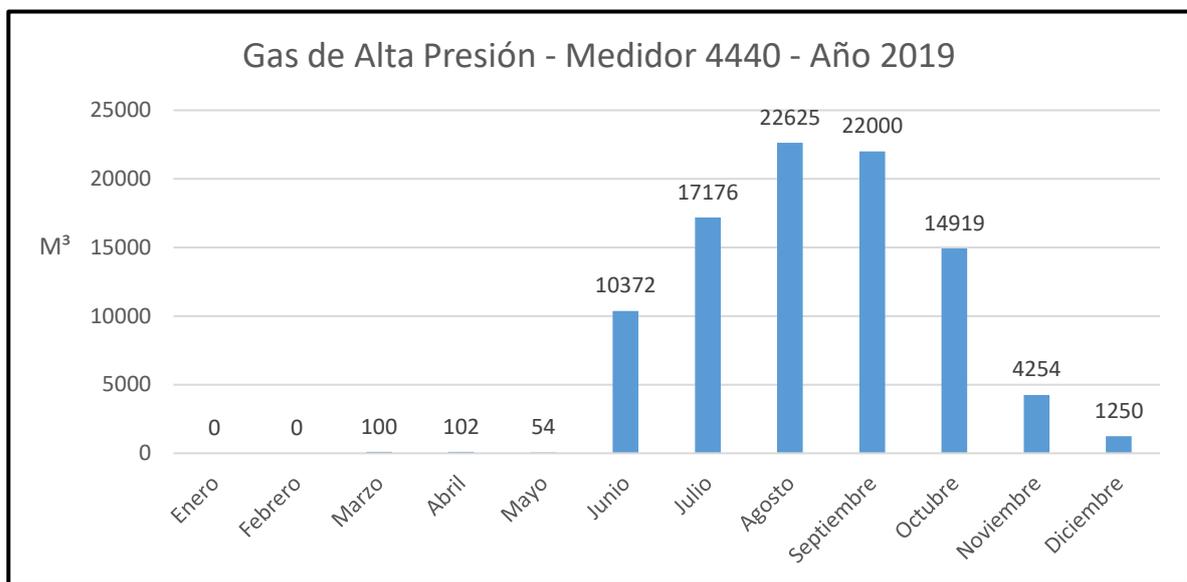


Gráfico 17: Consumo total de gas de alta presión, Año 2019

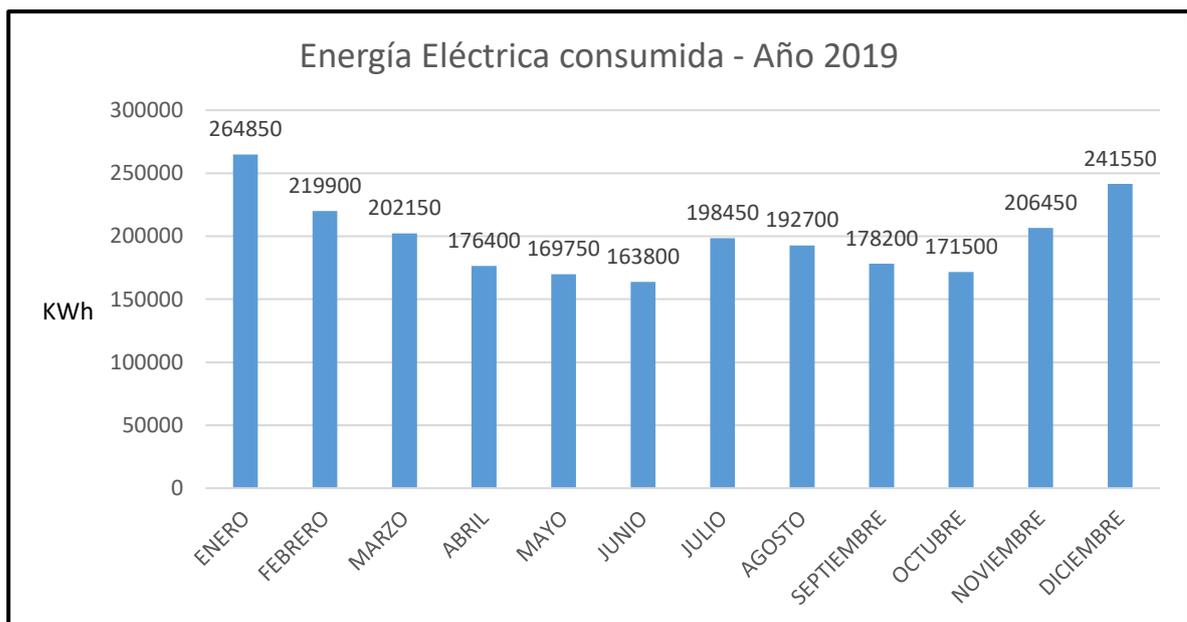


Gráfico 18: Consumo total de energía eléctrica, Año 2019

Habida cuenta que la cantidad de personal y el tipo de funciones que realiza permanece prácticamente invariable en el tiempo, podemos estimar un consumo energético de base, que no incluye los registros variables por climatización en 150.000 kWh / mes. Todo consumo superior se asigna a los sistemas de climatización (Central, Split y calefacción).

Esto nos permite considerar que durante el 2019 se consumieron 585.700 kWh en energía eléctrica para climatización y 98.852 m³ de gas a alta presión para la alimentación de las calderas.

El costo por inversión en equipos, instalación y gastos adicionales se puede considerar como un valor de referencia de mercado de 3000 dólares por potencia de unidades exteriores (3000 U\$/HP), resultando en un costo por inversión de 252 TN x 3000 USD/TN = 756.000 dólares, que al valor de cambio a la fecha (Dic 2019 - \$/U\$S 58,00) de un valor total por inversión de \$ 43.848.000.

De lo que se desprende de la siguiente tabla, en la que se estima un 50% de ahorro energético por el uso de la nueva tecnología. Lo que representa un ahorro en la energía excedente utilizada de 918.750 \$.

AÑO 2019	kWh Consumidos	kWh de climatización	Costo Energía Resto	Costo Climatización	Ahorro al 50% Energía
Ene.	264850 kWh	114850 kWh	2,52 \$/kWh	\$ 289.422	\$ 144.711
Feb.	219900 kWh	69900 kWh	3,14 \$/kWh	\$ 219.486	\$ 109.743
Mar.	202150 kWh	52150 kWh	3,14 \$/kWh	\$ 163.751	\$ 81.876
Abr.	176400 kWh	26400 kWh	3,14 \$/kWh	\$ 82.896	\$ 41.448
May.	169750 kWh	19750 kWh	3,14 \$/kWh	\$ 62.015	\$ 31.008
Jun.	163800 kWh	13800 kWh	3,37 \$/kWh	\$ 46.506	\$ 23.253
Jul.	198450 kWh	48450 kWh	3,37 \$/kWh	\$ 163.277	\$ 81.638
Ago.	192700 kWh	42700 kWh	3,37 \$/kWh	\$ 143.899	\$ 71.950
Sep.	178200 kWh	28200 kWh	3,37 \$/kWh	\$ 95.034	\$ 47.517
Oct.	171500 kWh	21500 kWh	3,37 \$/kWh	\$ 72.455	\$ 36.228
Nov.	206450 kWh	56450 kWh	3,37 \$/kWh	\$ 190.237	\$ 95.118
Dic.	241550 kWh	91550 kWh	3,37 \$/kWh	\$ 308.524	\$ 154.262
Subtotal Energía					\$ 918.750

Tabla 1: Ahorro estimado en energía

Asimismo, se consideró que se podría prescindir del suministro de gas a alta presión, ya que los equipos instalados serían del tipo frío – calor, por lo que se generaría un ahorro adicional de **809.228\$** que representa el monto total abonado en este concepto.

No se toman en cuenta para este análisis los costos asociados al mantenimiento e inspecciones de las calderas.

Para completar el análisis debe considerarse el ahorro que se obtendría por la recontractación de potencia y la disminución de la potencia demandada, la cual se estima en un 25% del valor actual a fin de simplificar el cálculo.

De acuerdo con el fabricante y considerando que se puede realizar un control individual de cada oficina con el nuevo sistema, se debería considerar un porcentaje de ahorro mayor, pero a fines prácticos se trabajó en un escenario conservador, por lo que se mantuvo este valor estimado de ahorro.

AÑO 2019	Costo Potencia Contratada	Potencia Contratada 2019	Nueva Potencia Contratada	Ahorro en P. Contratada
Ene.	\$ 222,47	950 kW	730 kW	\$ 48.943
Feb.	\$ 222,47	950 kW	730 kW	\$ 48.943
Mar.	\$ 222,47	950 kW	730 kW	\$ 48.943
Abr.	\$ 222,47	950 kW	730 kW	\$ 48.943
May.	\$ 306,61	950 kW	730 kW	\$ 67.454
Jun.	\$ 306,61	950 kW	730 kW	\$ 67.454
Jul.	\$ 306,61	950 kW	730 kW	\$ 67.454
Ago.	\$ 306,61	950 kW	730 kW	\$ 67.454
Sep.	\$ 306,61	950 kW	730 kW	\$ 67.454
Oct.	\$ 306,61	950 kW	730 kW	\$ 67.454
Nov.	\$ 306,61	950 kW	730 kW	\$ 67.454
Dic.	\$ 306,61	950 kW	730 kW	\$ 67.454
Subtotal Potencia Contratada				\$ 735.407

Tabla 2: Ahorro estimado en potencia contratada.

AÑO 2019	Potencia adquirida 2019	Nueva potencia adquirida	Costo Potencia adquirida	Ahorro en P. Adquirida
Ene.	963 kW	722 kW	\$ 9,56	\$ 2.303,96
Feb.	1008 kW	756 kW	\$ 62,43	\$ 15.732,36
Mar.	918 kW	688 kW	\$ 62,43	\$ 14.358,90
Abr.	744 kW	558 kW	\$ 62,43	\$ 11.611,98
May.	546 kW	409 kW	\$ 62,43	\$ 8.552,91
Jun.	574 kW	430 kW	\$ 62,43	\$ 8.989,92
Jul.	669 kW	501 kW	\$ 62,43	\$ 10.488,24
Ago.	695 kW	521 kW	\$ 62,43	\$ 10.862,82
Sep.	628 kW	471 kW	\$ 62,43	\$ 9.801,51
Oct.	852 kW	639 kW	\$ 62,43	\$ 13.297,59
Nov.	918 kW	688 kW	\$ 62,43	\$ 14.358,90
Dic.	937 kW	702 kW	\$ 62,43	\$ 14.671,05
Subtotal Potencia Adquirida				\$ 135.030,14

Tabla 3: Ahorro estimado en potencia adquirida

El total estimado de ahorro económico resulta de la suma de estos cuatro conceptos, gas de alta presión, energía, potencia adquirida y potencia contratada que para este caso suman un valor de:

$$809.228 \$ + 918.750 \$ + 135.030 \$ + 735.407 \$ = \text{Total estimado } \mathbf{\$2.598.416}$$

o su equivalente en dólares a la cotización 2019 = **USD 44.800**

Haciendo un análisis simple de retorno de la inversión, podemos ver que el período de recupero es de 17 años, lo que haría en principio inviable el proyecto. Sin embargo, este análisis no pondera el confort y seguridad que representa al sistema, ni se consideran los ingresos por venta de los equipos que se removerían.

10.5.12 Conclusiones

Es importante destacar que el análisis efectuado se realizó con las tarifas que la distribuidora EDESUR les facturaba a los edificios públicos, la cual era muy inferior a la misma tarifa que se cobraba a industrias con consumos similares. Esta subvención en los costos la afrontaba el Estado Nacional, por lo que en definitiva el ahorro energético debería compararse a valores reales a fin de evaluar el ahorro económico real para el Estado Argentino y su tiempo de recupero. Esta situación cambió en Septiembre de 2022 y aun no se ha realizado el análisis correspondiente, pero supone una situación mucho más onerosa.

Debe tenerse en cuenta que si bien los tiempos de recupero de esta inversión parecen muy elevados, lo que en términos estrictamente financieros lo harían inviable, se debe considerar que el sistema actual no presta un buen servicio de climatización ya que al entrar en juego el conjunto de equipos individuales, en días cálidos se apaga el compresor central para no superar la potencia máxima que entrega el transformador de entrada, dejando a una parte del edificio sin climatización.

En base a esto, no debería considerarse el reemplazo de los equipos como un proyecto que genere beneficios económicos, sino como una necesidad de reemplazar un sistema obsoleto; sin embargo, por más que a partir de este análisis se observe una conveniencia y una necesidad de realización, su concreción se enfrenta a una permanente escasez de fondos para su implementación.

Por último, es necesario destacar que, de poder reducirse la exposición solar durante el verano, sin afectar significativamente el ingreso de luz diurna, permitiría reducir la carga térmica que deben cubrir los equipos de climatización, complementando eficazmente estas acciones.

Esta medida se analizará más adelante en este trabajo, en el apartado de envolvente térmica, exponiendo sus particularidades y desafíos para su implementación.

10.6 Iluminación

10.6.1 Situación Actual

El relevamiento de instalaciones electromecánicas realizado arrojó los siguientes resultados en el apartado iluminación:

Luminaria	Cantidad	Potencia Instalada
Tubos fluorescentes	2617	94212 W
Tubos led	1397	25146 W
Lámparas led	619	8828 W
Lámparas Halógenas	104	5195 W
L. Incandescentes	28	1680 W
	Total	135061 W

Tabla 4: Iluminación instalada

Si bien la distribución de los tipos de lámparas instaladas representa unas cantidades que por su relativamente corta vida útil varía de manera permanente, se pueden tomar los valores de referencia válidos los relevados en el inventario, para poder realizar un análisis cualitativo del estado de las instalaciones de luminarias.

10.6.2 Estudio de cambio de luminarias internas

Si bien se inició un proceso natural de recambio de luminarias motivado por la necesidad de reemplazar equipamiento defectuoso, una gran parte de las oficinas sigue teniendo iluminación por tubo fluorescente T8 de 36 W, y en menor medida por lámparas fluorescentes compactas de 18 W.

Mediante la utilización del Software libre y gratuito DIALux, se desarrolló una simulación para evaluar el reemplazo de las luminarias, tomando como caso de estudio una oficina tipo del Edificio Guardacostas, con el objetivo de determinar su factibilidad técnica/económica.

En primer lugar, se procedió al relevamiento de las instalaciones en detalle, la ubicación de los puestos de trabajo, puertas y ventanas, verificación de medidas contra plano y ubicación de los cables de alimentación del circuito de iluminación de la oficina.

Con esta información se modeló en 3 dimensiones una representación de la oficina en el sistema, con su ventana principal orientada al Oeste, respetando dimensiones de puertas, distancias, ubicaciones de escritorios sillas y equipos, con sus correspondientes colores.

En las siguientes imágenes pueden observarse una fotografía real de la oficina y su correspondiente simulación en 3D.

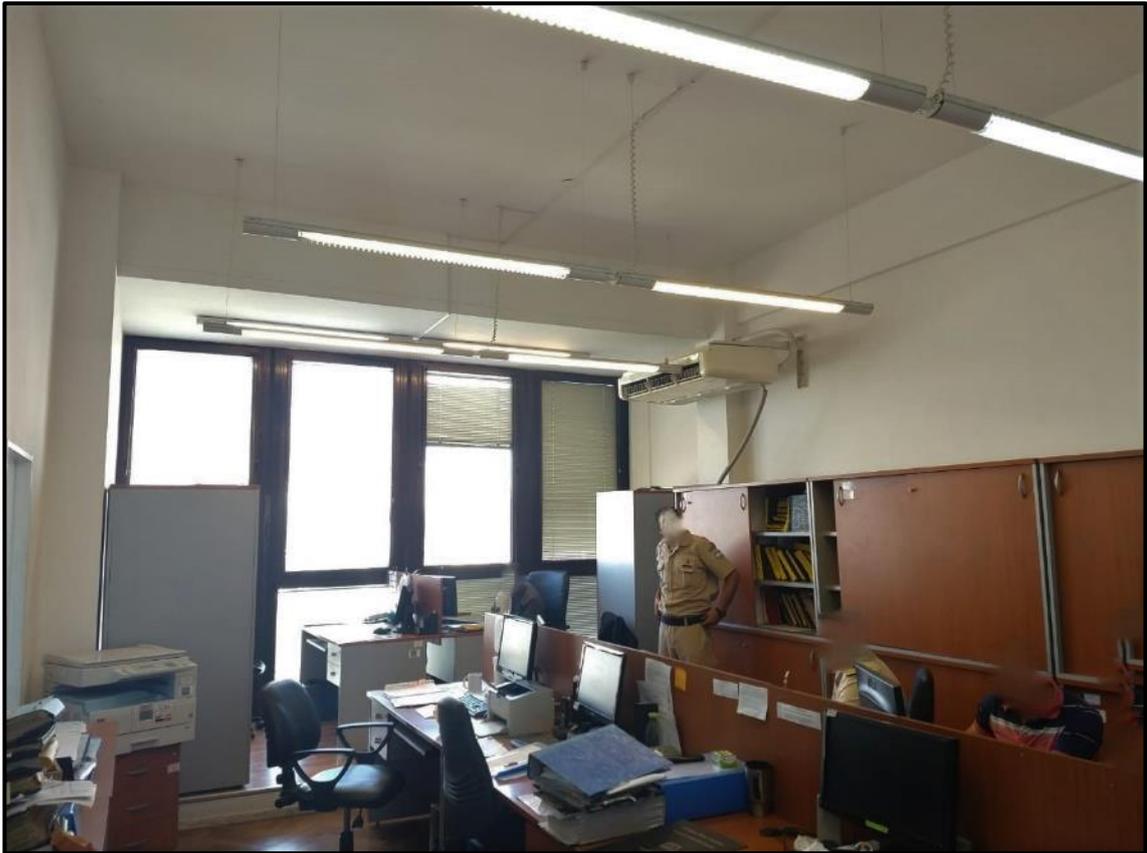


Imagen 16: Fotografía de una oficina tipo



Imagen 17: Simulación en 3 dimensiones de oficina tipo

Con posterioridad se determinó la necesidad de iluminación de acuerdo con lo reglamentado por la Ley de Higiene y Seguridad 19587 y su decreto reglamentario 351/79, datos que fueron incorporados al simulador. A continuación, se incorporaron al simulador a modo de ejemplo luminarias cuadradas LEDVANCE 33W 4000K (Luz Día) UGR 19 (Anti-deslumbramiento), las cuales debido a su potencia y distribución lumínica demostraron resultar aptas para lograr los requerimientos técnicos/legales.

El software de referencia tiene la capacidad de simular el nivel de intensidad resultante de acuerdo con las luminarias que se instalen, por lo que una vez ajustada la propuesta a los requerimientos definidos, se determinó que esta oficina debería contar con 6 luminarias como las propuestas en el sector principal de los puestos de trabajo. Se observa en la siguiente imagen la simulación graduada de la intensidad lumínica resultante.

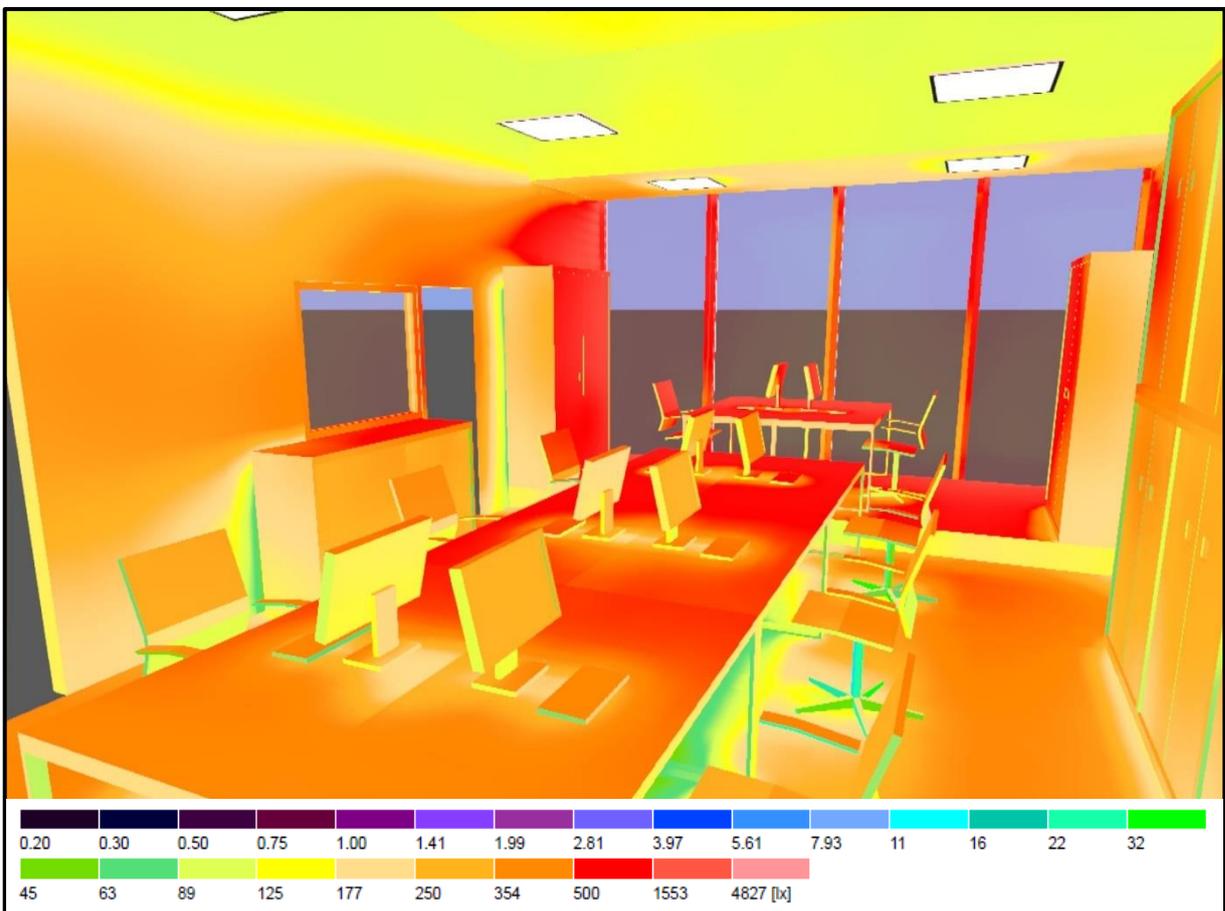


Imagen 18: Intensidad lumínica calculada con luminarias propuestas.

Esta simulación determinó un potencial de ahorro del 75% en la potencia instalada para iluminación de la oficina tipo. Es importante destacar que de realizarse esta instalación se utilizará un interruptor por luminaria, por lo que el potencial de ahorro es mucho mayor, ya que en la actualidad todas las luminarias se controlan con un solo interruptor.

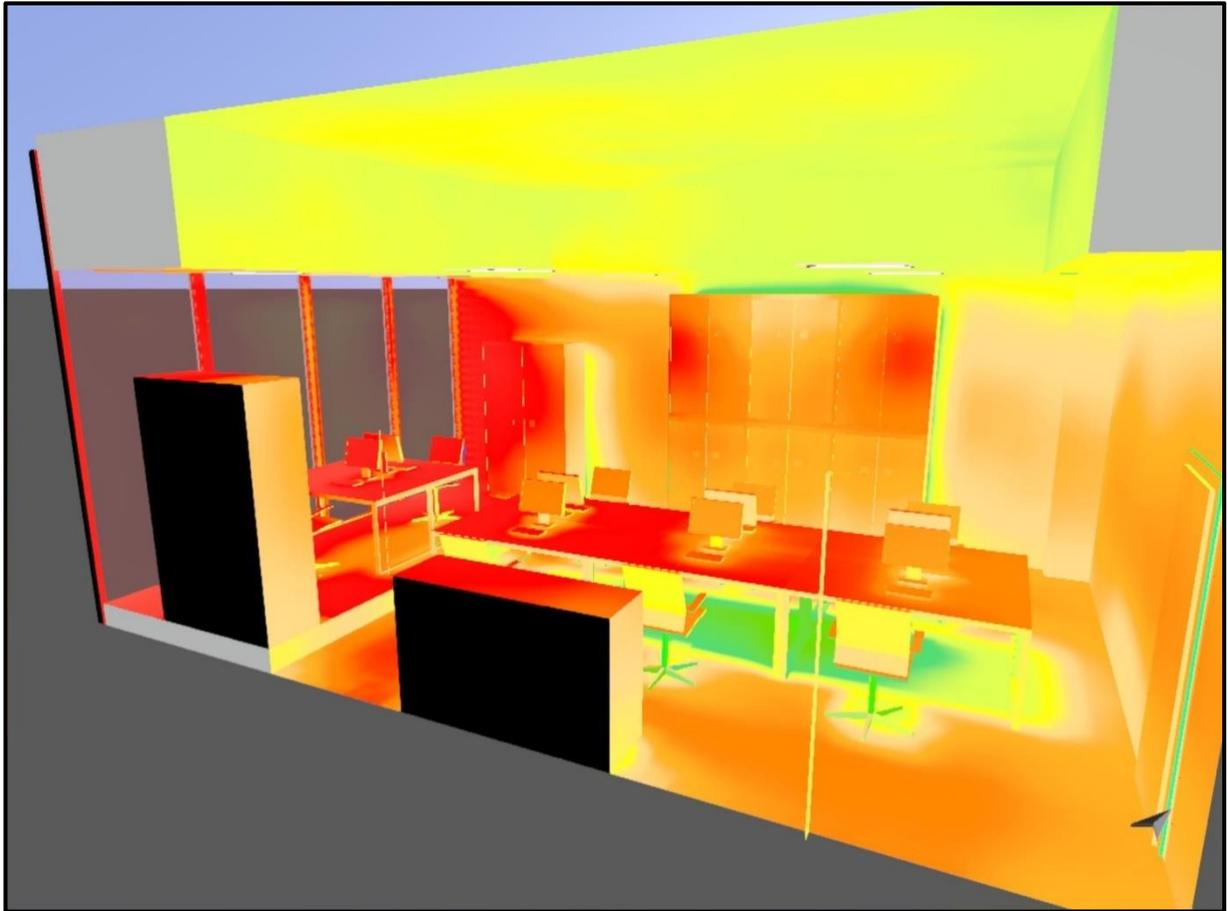


Imagen 19: Intensidad lumínica calculada con luminarias propuestas.

A partir de este análisis, y de acuerdo con el relevamiento realizado, actualmente hay instalados 2617 tubos fluorescentes de 36W en todo el Edificio Guardacostas, lo que arroja una potencia instalada de 94.212 W.

Siguiendo los resultados obtenidos en la evaluación de la oficina “tipo”, podría reducirse en un 75% la potencia instalada, obteniendo una potencia de 23.553 W instalados. Para corroborar la propuesta se realizó una simulación completa del edificio, que arrojó resultados similares.

Tomando un factor de utilización de 0.5 y considerando una jornada laboral de 8 horas diarias, de lunes a viernes, se calcula a continuación el ahorro de energía estimado total para el edificio completo:

$$94.212 \text{ W} \times 0.5 \times 8\text{hs} \times 22 \text{ días laborables /mes} = 8.290 \text{ kWh /mes}$$

Se aplica el porcentaje de ahorro del 75% obtenido con anterioridad en el análisis, lo que da un ahorro estimado de **6.217 kWh por mes** o su equivalente **74.615 kWh/ año**.

Es destacable considerar que el presente análisis solo evalúa la iluminación con tubo fluorescente de las oficinas. Existen otras fuentes de iluminación que no son

consideradas y que representan un porcentaje importante en la composición del relevamiento electromecánico.

Se citan como ejemplo, lámparas incandescentes, lámparas fluorescentes compactas, dicroicas, halógenas, etc. En caso de reemplazarse todas ellas por luminarias de tecnología led, se obtendría un porcentaje de ahorro muy superior.

Por cuestiones presupuestarias aún no se puso en marcha el plan de recambio programado y se continúa con el cambio de luminarias a demanda al momento en que presentan desperfectos.

10.7 Análisis de la envolvente térmica

El Edificio Guardacostas se encuentra emplazado en la zona de Puerto Madero, CABA, en una ubicación geográfica que lo deja susceptible a recibir asoleamiento de manera permanente, por estar emplazado cerca de la vera del Río de la Plata y no contar con edificios de gran porte que aporten sombra en algún momento del día.

Por este motivo, los cerramientos y la fachada del edificio, es decir, la envolvente térmica del mismo, son considerados de muy alta importancia y fueron evaluados con el fin de analizar la posibilidad de ser modificados, reemplazados o actualizados, a fin de mejorar la performance térmica.

10.7.1 Situación actual

Las paredes exteriores son de ladrillo macizo de 30 centímetros, con acabado de revoque fino y pintura látex de exterior en las plantas superiores y un revestimiento de mármol travertino en la planta baja, que arroja un coeficiente de transmitancia K superior a 2.00 W/m². K, que de acuerdo con la norma IRAM 11605, supera al valor más deficiente (C) para la zona bioclimática en que se encuentra emplazado (zona IIIb).

La terraza se encuentra en mayor medida desocupada, con excepción de las unidades refrigeradoras de agua del sistema de climatización y algunos equipos compresores individuales de sistemas de refrigeración para los servidores informáticos del noveno piso. Tiene un revestimiento de membrana geotextil de alto tránsito, pintada de color verde, aplicada sobre baldosa.

El porcentaje vidriado de la fachada del edificio es de aproximadamente 50% del total. Compuesto por cerramientos de acero y vidrio simple, cuenta con un filme térmico instalado hace más de 10 años, por lo que su efectividad, de por sí baja, no puede ser comprobada.

Estos cerramientos son del tipo “guillotina”, pero en la actualidad se encuentran bloqueados, impidiendo su apertura y la circulación de aire en momentos en los que el clima lo permite. Asimismo, no cuentan con un buen sellado, por lo que se generan

filtraciones de aire de manera permanente, afectando severamente el confort y acondicionamiento térmico de los puestos de trabajo que se encuentran en su cercanía.

10.7.2 Radiación solar

A través del aplicativo on-line de la página web de SunEarthTools, (www.Sunearthtools.com, 2022), se pudo evaluar la incidencia de la radiación solar en el edificio en análisis, verificándose en el modelo que presenta, la nula sombra proyectada por edificios vecinos y la fuerte incidencia solar en sus tres fachadas principales, tal como se observa en las siguientes imágenes.



Imagen 20: Incidencia solar en Verano

Fuente: www.sunearthtools.com



Imagen 21: Incidencia solar en invierno

Fuente: www.sunearthtools.com

10.7.3 Propuesta de instalación de parasoles

Atendiendo a la necesidad de contrarrestar el efecto térmico que produce el alto nivel de asoleamiento, en el año 2000 se desarrolló un proyecto para la instalación de parasoles en las fachadas que más asoleamiento reciben (Norte, Este y Oeste).

No quedaron registros fotográficos del proyecto, que consistía en la instalación de columnas paralelas situadas a un metro del nivel de los cerramientos de vidrio, interconectadas con placas en un ángulo determinado que permitía el ingreso de luz, sin afectar significativamente la visión al exterior y generaba una sombra sobre los cristales durante las horas más cálidas del día.

Si bien cumplía el objetivo propuesto, la afectación de la fachada era muy notoria y desvirtuaba completamente el diseño tan particular del edificio y por esta causa el proyecto fue descartado. Se incorporaron mejoras parciales, como ser cortinas pesadas de banda vertical, y tal como fue mencionado anteriormente, un filme solar de protección en los vidrios exteriores. Todo esto con resultados muy limitados.

10.7.4 Propuesta de reemplazo de cerramientos

En el año 2019 se recibieron distintas propuestas de proveedores del sector privado para analizar la posibilidad de reemplazar los cerramientos existentes por otros de mejores prestaciones.

Una de las propuestas más adecuadas a la necesidad planteada incluía la remoción de los cerramientos originales y su disposición final, para luego continuar con su reemplazo por cerramientos compuestos por 3 paños de aproximadamente 630 x 1900 mm en sustitución de cada paño actual, realizado con carpintería de aluminio con ruptura de puente térmico, lo que reduce drásticamente la transferencia calórica entre el interior y exterior del perfil. Esta carpintería cuenta con un tratamiento superficial en anodizado en color blanco.

El acristalamiento consistía en un vidrio interior laminado de 3+3 mm, incoloro con laminado butiral polivinílico (PVB) de 0,38 mm, para conferirle seguridad mecánica, sumado a una cámara de aire de 12 mm y un vidrio exterior templado de 6 mm, en color neutro.

Este tipo de vidrio exterior posee una capa bajo emisiva y de control solar, que en combinación con el vidrio laminado interior ofrecía un óptimo aislamiento térmico y control solar, sumado a una reducción de los rayos UVA y UVB del 99.9%, además de una reducción acústica de 6 db.

Este tipo de doble vidrio hermético (DVH), es superior en materia de aislamiento térmico, con un factor K de 1.8 W/m²C°, comparado con los DVH que no poseen tratamientos solares que presentan un factor K de 2.8 W/m²C°. Estimándose una mejora en la eficiencia de un 33% respecto a los DVH comunes.

La propuesta técnico-económica consistió en el reemplazo de los 375 ventanales del edificio, sin considerar los del hall central, que ya cuentan con tecnología DVH y filme de acondicionamiento solar.

La renovación se realizaría contando los marcos existentes, y montando sobre los mismos el marco nuevo, sobre un revestimiento de aluminio compuesto, previo plegado y sellado para asegurar una correcta transición entre el marco existente y el nuevo. Este sistema no requiere de trabajo de albañilería ni de pintura y las aberturas quedan funcionales en el día.

El monto final resultante era de dólares 575.343 + Impuestos. Este costo incluye medición, flete, instalación, disposición final de residuos y los cerramientos.

La propuesta fue analizada como óptima, pero por cuestiones presupuestarias, a la fecha no ha sido puesta en marcha. Su implementación permitiría reducir las necesidades de calefacción/refrigeración en aproximadamente un 20%, mejorando sustancialmente el confort interno.

10.7.5 Mantenimiento de cerramientos

En vista de las limitaciones presupuestarias que afectan la realización de la remodelación evaluada con anterioridad, la División Mantenimiento inició un programa de restauración de los cerramientos actuales, con la instalación de burletes y mejora de los cerramientos dañados.

No se pudo analizar el impacto energético de esta medida, pero se estima como muy beneficioso en términos de confort y aislamiento térmico.

10.8 Herramienta Web “Diagnóstico Energético Preliminar” (DEP)

En el año 2019 la Secretaría de Energía de la Nación, puso en marcha un sistema web para el diagnóstico energético de los edificios públicos, llamado Diagnóstico Energético Preliminar (DEP).

Esta herramienta surgió como reemplazo del “Sistema de Administración y Optimización de los Recursos Energéticos” (SAORE), el que con anterioridad era el que registraba la información de instalaciones eléctricas, gas y agua, así como también los consumos y desviaciones de los edificios públicos.

Esta información se registraba a través de un proceso muy definido en términos de ordenamiento de oficinas, con una codificación específica para cada una de ellas y un procedimiento detallado y pormenorizado de relevamiento y carga de datos.

Sin embargo, el proceso de carga de esta información resultaba tedioso y poco intuitivo, lo que suponía un desafío importante para las instituciones con gran cantidad de edificios descentralizados en los que los encargados de realizar este relevamiento

y carga cometían errores permanentemente, lo que atentaba, en última instancia, con la consecución del objetivo final de lograr EE.

En el año 2018, el SAORE quedó fuera de servicio y la información que había sido cargada en dicho sistema, quedó inaccesible.

A partir de la experiencia obtenida y atendiendo a las necesidades planteadas por los distintos organismos públicos que participaron del SAORE, la Secretaría de Energía comenzó con el desarrollo de una nueva herramienta informática, que permita de manera ágil e intuitiva, obtener información relevante para la toma de decisiones energéticas en cada edificio público, dando lugar a la puesta en marcha del sistema DEP.

Este sistema incluye los mismos requerimientos emanados del Decreto 140/07 en los que determina la obligación de designar un AE por edificio, etc., y a su vez, facilita con una interfaz moderna y amigable, la carga de información.

10.8.1 Proceso de carga de un edificio público en el sistema DEP

A fin de no complejizar innecesariamente el presente trabajo, solo se definirán los puntos importantes y relevantes del proceso de carga en este sistema que, en definitiva, permiten visualizar un recorrido válido para cualquier estudio de un edificio.

- En primer lugar, se debe definir un responsable, AE, que será el encargado de volcar la información y responder ante requerimientos de instancias superiores. Estos administradores están jerarquizados de la siguiente manera; AE Ministerial, a cargo de todo el sistema; AE Institucional, a cargo del conjunto de los edificios de una institución y por último el AE, a cargo de un solo edificio. Estos últimos pueden designar ayudantes si el edificio en análisis es de un tamaño tal que así lo requiera.
- Se deberán cargar los datos del edificio, entre ellos, nombre, superficie cubierta, horarios de trabajo, usuarios habituales y ubicación. Con estos datos el sistema asigna automáticamente la zona bioambiental donde se encuentra. También es necesario en este primer paso, cargar los números de medidores, tipo de tarifas y los nombres de las empresas distribuidoras de los servicios que el edificio posea.
- Una vez definidos los servicios y tarifas, el sistema habilita la carga de los valores de energía consumidos, mensualmente para cada año que se defina. Si no se cuenta con medidores de alguno de los servicios, no deberán seleccionarse como servicios habilitados puesto que el sistema utilizará toda esta información para los cálculos del índice de consumo energético entre otros.

- En los casos en que el tipo de tarifa requiera contratar potencia, también se solicitará cargar esta información para luego realizar un análisis de la diferencia entre potencia contratada y adquirida.
- Al momento de realizar este trabajo, el apartado de relevamiento y carga de los equipos electromecánicos e instalaciones de agua y gas, se encuentra fuera de servicio. Durante el tiempo que estuvo operativo, permitía la carga de estos equipos, de manera intuitiva, sin entrar en detalles innecesarios, lo que habilitaba un análisis rápido y preciso de los sectores y oficinas de mayor consumo. De acuerdo con lo especificado por la Secretaría de Energía, se pondrá en marcha en el corto plazo.

10.8.2 Información obtenida

A partir de la carga total de esta información, se obtienen de manera automática distintos informes de información relevante, tal como se observa en la siguiente imagen, en la que se visualizan la evolución de los consumos anuales.

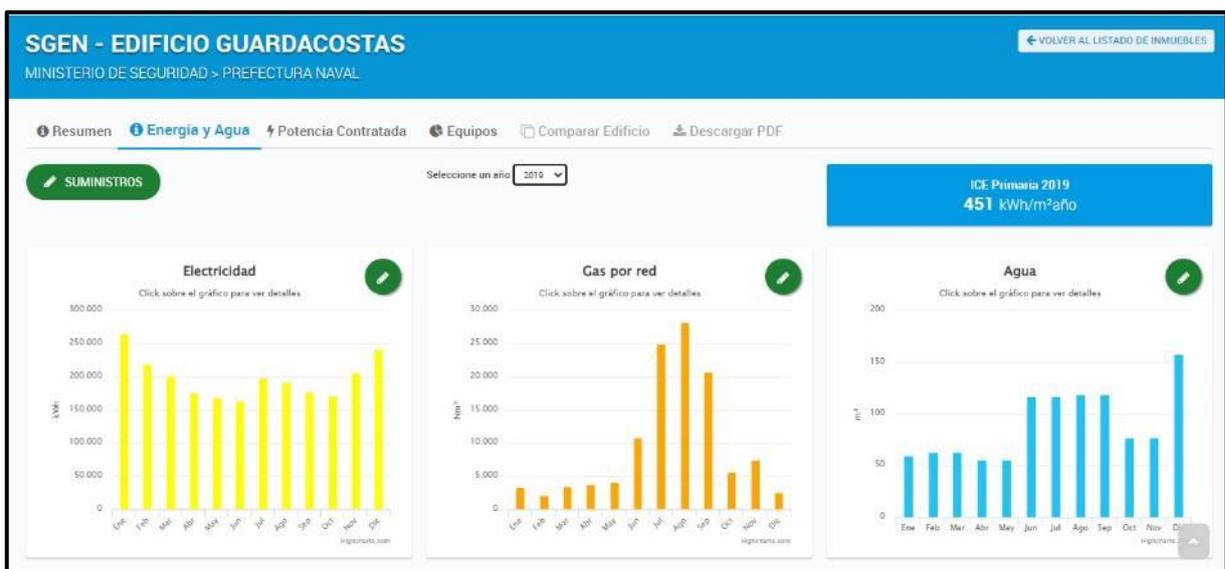


Imagen 22: Evolución de consumos anuales del EG

Fuente: www.dep.energía.gob.ar

También se obtiene en la pantalla principal y apenas se accede a la información del edificio, la representación gráfica y el valor de Intensidad de Consumo Energético (ICE), el cual representa los kWh consumidos en relación con los metros cuadrados afectados en el año (kWh/m² año).

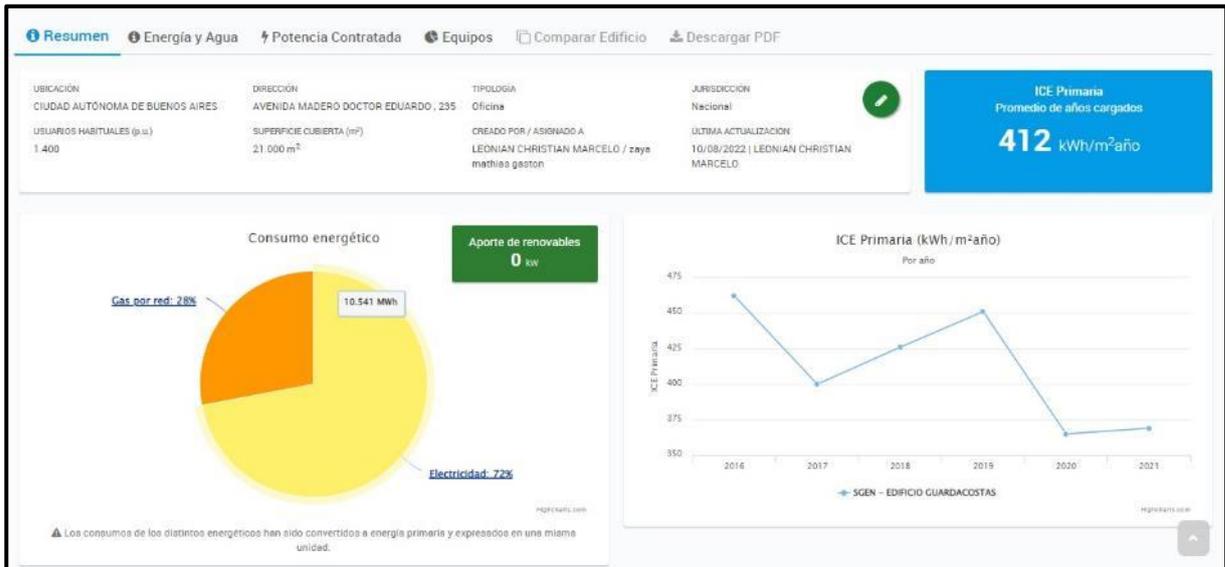


Imagen 23: Pantalla principal con resumen de información energética

Fuente: www.dep.energia.gob.ar

Este índice permite una rápida visualización del comportamiento y la evolución del desempeño energético del edificio, así como también una fácil comparación entre edificios con características de uso similares.

Es necesario destacar que los valores registrados de consumos energéticos de gas son convertidos en el propio sistema de manera automática, desde metros cúbicos (m³) a kWh, con el objetivo de homogeneizar unidades y permitir una comparación real.

10.8.3 Conclusiones acerca del sistema DEP

Para una institución de la magnitud de la PNA y otras similares, resulta una herramienta con un potencial enorme para facilitar la difusión y comparación de resultados. Su facilidad de uso y carga intuitiva de información permite descentralizar su uso en cada edificio analizado, lo que contribuye en gran medida al involucramiento del personal local asignado a las tareas de eficiencia, atendiendo a las particularidades de cada edificio.

Su uso como herramienta de benchmarking, es decir, de comparación de desempeño entre distintos edificios, permite rápidamente detectar desviaciones que deben ser analizadas. Asimismo, genera una cierta competencia entre las dependencias, con el compromiso asociado de mejorar su desempeño.

Si bien, actualmente, el Departamento Control Energético sigue centralizando la información y realiza los análisis estadísticos para cada dependencia, con la utilización de este sistema se pretende delegar en cierta medida parte de las decisiones en cuestiones energéticas que se deben tomar de manera ágil y que a la fecha no pueden aplicarse por el gran volumen de información que todo esto representa.

11. Acciones a Implementar

De acuerdo con el análisis de la situación actual, las medidas implementadas y la problemática asociada a las restricciones presupuestarias, surgen una serie de acciones que pueden llevarse a cabo que implicarían una sustancial mejora en el comportamiento energético final del EG.

Estas acciones se dividen inicialmente en acciones que impliquen una erogación de fondos, con sus problemas asociados, y en acciones que no requieran gastos directos asociados para su implementación.

Si bien existen muchas oportunidades de mejora que son posibles de implementar, en el presente trabajo se exponen únicamente las que, tanto por cuestiones inherentes al organismo o por cuestiones relacionadas con la posibilidad de conseguir fondos para su ejecución, resulten viables.

11.1 Acciones con costo económico

Las acciones que se enumeran a continuación requieren de una inversión considerable para su puesta en marcha. Su justificación y, por consiguiente, la posibilidad de conseguir financiamiento para su realización depende principalmente de cuestiones coyunturales y eventualmente de la ayuda de organismos ajenos a la institución.

Si bien se lo considera como una mejora crítica, no se menciona en este apartado la modernización del sistema de climatización del edificio, ya que esto fue ampliamente abordado en capítulos anteriores, y asimismo requiere de un nivel de inversión de tal magnitud que lo convierte en un proyecto de muy difícil concreción.

Entre las medidas que son factibles de implementar se consideran las siguientes:

- Instalación de soluciones de energías renovables.

Actualmente el EG no cuenta con ninguna instalación de energías renovables, tanto en lo que refiere a la generación de energía eléctrica por paneles solares fotovoltaicos, como tampoco las que permiten generar agua caliente sanitaria (ACS) con placas solares térmicas.

Las soluciones de ACS permitirían abastecer a los baños de los vestuarios, ya que su consumo es limitado a situaciones particulares que responden a necesidades del servicio policial que se realiza.

Su costo relativamente bajo y su versatilidad, facilidad de instalación y su muy bajo coste de mantenimiento lo presentan como una mejora apta para su implementación. Actualmente se encuentran en proceso de análisis distintas propuestas técnicas y comerciales de diversos proveedores.

Por otra parte, se evalúan sistemas de generación fotovoltaica para el abastecimiento de energía eléctrica, en una configuración de sistema “on-grid”, es decir, un sistema que cuando recibe radiación solar genera energía eléctrica que es inyectada en la instalación del edificio suplantando en parte lo demandado a la distribuidora eléctrica.

Este tipo de instalaciones permite una relativa facilidad de instalación, sobre todo en lo referente al conexionado eléctrico y tiene como ventaja adicional el extremadamente bajo costo de mantenimiento, ya que no cuenta con baterías que almacenen la energía producida.

La configuración evaluada es especialmente adecuada para edificios con un consumo energético alto, ya que permite reducir un porcentaje de lo demandado en los momentos en que hay disponible radiación solar, y permaneciendo en espera al dejar de contar con este recurso, volviendo a requerir de manera automática la energía necesaria de la distribuidora.

En principio se utilizaría la superficie no afectada al funcionamiento de sistemas críticos que se encuentra en la terraza del EG, aunque también se recibieron propuestas para utilizar un sector del estacionamiento de visitas, este último como sistema auxiliar, debido a su falta de asoleamiento durante la tarde.

La inversión necesaria y los largos períodos de recupero para un proyecto de esta magnitud son muy considerables por lo que, a la fecha, aún no se ha definido su implementación o si se evaluará una instalación parcial.

- Implementación de la Norma ISO 50001

Los beneficios directos e indirectos que generan la implementación de la mencionada norma son difíciles de cuantificar, no obstante, el Ing. Noé Villegas Alcántar, basándose en un informe de la Agencia Internacional de Energía, afirma que la implementación de un SGEN produce mejoras en el desempeño energético de al menos un 20% o más (Villegas Alcántar, 2020), lo que claramente indica que la formalización de las políticas y procesos de gestión de la energía generarán un mayor compromiso y participación por parte del personal y la alta dirección, lo que en última instancia redundará en una mejora en el desempeño energético.

Su implementación requiere la formación o incorporación de auditores internos, y su posterior evaluación por parte de auditores externos que certifiquen su correcta adecuación.

Todas estas etapas requieren la contratación de personal capacitado, lo que sumado a los costos que generan las presentaciones de las certificaciones ante los organismos pertinentes, implican una erogación importante, que deberá ser considerada.

Este tipo de acciones se ven muy condicionadas por la falta de presupuesto y la imposibilidad de capitalizar los ahorros energéticos en una cuenta que permita generar un ahorro de fondos para ser reinvertidos en futuros proyectos de eficiencia. Sobre este concepto se ampliará en el capítulo de consideraciones finales.

11.2 Acciones sin costo directo o con un costo mínimo

Las acciones que a priori no involucran una erogación económica, y que se centran especialmente en cambios de comportamientos, o cambios culturales, son especialmente atractivas para la gestión de los edificios públicos.

Su implementación permite generar efectos positivos tanto en el uso de la energía, así como también en la concientización del personal que, a partir de internalizar estos conceptos, actúe de manera consciente y no solo siguiendo lineamientos impartidos por la superioridad.

Si bien algunas de las medidas que se enumeran a continuación ya fueron implementadas, a causa del paso del tiempo y en otras oportunidades por cambios en los requerimientos de los servicios que se deben prestar, han perdido su eficacia y deben ser replanteadas. Se citan a continuación las medidas que más impacto han generado y deben ser revisadas nuevamente y a su vez las que se consideran que generarán un impacto importante con escasa o nula inversión económica.

- Ajuste de los horarios laborales

Una de las medidas más exitosas en materia energética fue la de homogeneizar los horarios de ingreso y egreso del personal que cumple tareas administrativas.

Esta categoría de personal involucra a la mayoría de las personas que trabajan en el EG y, por lo tanto, el impacto que producen en los consumos energéticos es muy significativo.

Sin embargo, desde que fueron impartidas las directivas para normalizar los horarios, fueron perdiendo eficacia año tras año, en mayor o menor medida por cambios dados en los procesos administrativos y por requerimientos del servicio.

Es necesario reforzar las directivas previamente emanadas. Para ello se está preparando una serie de nuevas medidas tendientes a ajustar los horarios a la franja central, las cuales serán puestas en marcha estimativamente en enero del 2023.

- Concientización

Hasta el año 2021, cada vez que se abría la intranet institucional, aparecían unos POP-Up, es decir, unos carteles en medio de la pantalla con indicaciones referidas a la importancia del uso racional y eficiente de la energía, especificando el uso adecuado de los sistemas de iluminación mediante el apagado de luces en locales vacíos y en los sistemas de climatización la correcta configuración de la temperatura de trabajo, entre otras.

Esta herramienta probó ser muy eficaz en la comunicación de acciones tendientes al cambio cultural que se buscó generar en el personal de toda la institución, debido a su nulo costo y a su llegada masiva y permanente. Actualmente se están desarrollando nuevos anuncios para ser publicados.

Asimismo, se continúa con los programas de capacitación para el personal, las cuales se dividen entre personal que se desempeña como AE y el resto del personal. Tanto para unos como los otros, las mismas se imparten de manera presencial en algunos casos y en otros de manera virtual en la plataforma educativa de la Institución. Además, se trabaja en la posibilidad de realizar un convenio con el Instituto Nacional de la Administración Pública (INAP) para impartir sus cursos de EE al personal de la institución.

- Ajustes en dispensers de agua frío-calor

De acuerdo con el último relevamiento realizado, se encuentran en funcionamiento 106 dispenser de agua del tipo frío-calor. Estos equipos se encuentran conectados las 24hs del día, los 365 días del año.

Según un estudio realizado por el Instituto de Energía y Desarrollo Sustentable (IEDS) sobre el consumo eléctrico de dispensadores de agua se determinó que “el consumo diario en stand by resulta entre 80 y 100 kWh/h por aparato. Según el fabricante, este valor depende de la EE de cada unidad. Esta última es sensible a varios factores, como ser: la capacidad volumétrica de los compartimientos internos de agua fría y caliente, la calidad de su aislación térmica, el buen funcionamiento de sus termostatos y la temperatura ambiente, entre otros.” (Instituto de Energía y Desarrollo Sustentable, 2022)

Se utilizó el software de cálculo que proporciona el IEDS para estimar los beneficios de instalar temporizadores que apaguen los equipos fuera de los horarios laborales y en los fines de semana, dando como resultado un ahorro estimado de 54.204 kWh/año o su equivalente en pesos acorde cuadro tarifario de septiembre 2022, de 15.4 \$/kWh, lo que arroja un total de 834.754 \$/año. (IEDS, 2022).

Si se considera que el precio promedio actual de un temporizador programable es de 3000 \$ aproximadamente, resultaría una inversión mínima para los 106

dispenser de 318.000\$, lo que resultaría en un recupero de la inversión en 5 meses. Este proyecto se encuentra en proceso de ser ejecutado.

Adicionalmente, se puede disminuir la cantidad de dispenser instalados por piso, lo que no insumiría ninguna inversión, pero requiere un trabajo previo de concientización y adaptación del personal, que, en principio, vería disminuido su confort.

El mismo tratamiento se podrá dar a los termotanques eléctricos que no tengan un uso crítico, como los que están en los vestuarios de las áreas operativas.

En relación con las heladeras, al no poder desconectarse sin poner en riesgo la conservación de los alimentos que tengan en su interior, solo puede optarse por disminuir su cantidad (65 en total), generando un espacio de uso común que optimice su uso. Esta medida en particular debe evaluarse con especial cuidado debido a que su incorrecta implementación puede conducir a una resistencia del personal por disminución de confort.

- Sensores de presencia

Actualmente los pasillos comunes y baños no poseen sensores de presencia para sus luminarias y se accionan de manera manual. Existe un proceso en el que personal de guardia verifica permanentemente que fuera de la franja horaria central las mismas permanezcan apagadas, pero este proceso no contempla los ahorros que pueden obtenerse por mantener apagadas las luces cuando no hay personal en circulación.

Es difícil poder estimar el impacto económico de esta medida, pero se estima que se recuperará fácilmente la inversión al tratarse de equipos muy económicos y fáciles de instalar. Por lo que está en proceso de implementación.

12. Consideraciones finales

A lo largo del presente trabajo, se ha detallado una serie de medidas relevantes tendientes a la mejora del comportamiento energético del edificio en análisis y su impacto directo en los indicadores de EE.

Estas medidas, en su mayoría, no limitan los beneficios que generan a factores relacionados con el buen uso de la energía, su impacto económico y medioambiental exclusivamente, sino que además traen aparejadas mejoras en el ambiente de trabajo, en el rendimiento y la productividad del personal, que puede desarrollar sus labores con mayor confort, lo que mejora su eficiencia, completando un círculo virtuoso de beneficios.

Asimismo, en relación con los aspectos socioculturales involucrados en la adopción de estas medidas, se evidencia una mejora en el sentimiento de pertenencia institucional, al poder brindar un servicio público de manera más eficiente, cuidando los recursos que la sociedad pone a disposición de los funcionarios y en última instancia cuidando el medioambiente en general.

Este último aspecto, no debe ser perdido de vista al momento de generar contenidos de concientización para ser utilizados en capacitaciones y conferencias, explicitando el rol ejemplificador que cumplen los edificios de la APN y el fuerte impacto que se genera en la sociedad al observar la implementación de políticas que propenden a un mejor uso de los recursos que se ponen a disposición del ámbito público.

Si bien la gran mayoría de las acciones que se pueden plantear son, en principio, muy razonables y en general parecieran estar basadas en el sentido común y por ello deberían ser muy fáciles de implementar, tal como hemos visto en el desarrollo de esta tesis, presentan diversos obstáculos, o barreras que impiden su correcta implementación.

Estos obstáculos se presentan en dos grandes conjuntos; los relacionados con los aspectos económicos financieros y los relacionados con los aspectos culturales y la resistencia al cambio que existe en las instituciones públicas en general.

En relación con los primeros se observa que, si bien muchas de las propuestas analizadas son viables, las mismas no se implementan por no contar con una asignación presupuestaria mínima para su ejecución, independientemente de que resulten muy ventajosas para el erario público en el mediano plazo.

Por otra parte, al no encontrarse el desempeño energético como uno de los puntos que se evalúan a la hora de considerar si un servicio público está bien brindado o no, no existe un real incentivo para los decisores que los motive a mejorar sus procesos y políticas en virtud de lograr realizar sus funciones de una manera más eficiente desde el punto de vista energético.

Esta situación conlleva a que, en la mayoría de los casos, los decisores comienzan a implementar acciones aisladas motivados por circunstancias puntuales, pero en la medida en que sus obligaciones centrales les demandan mayores recursos, son dejadas de lado y se pierde rápidamente el interés en continuar con las mismas.

Esta situación se mencionó al momento de referirse a la Norma ISO 50001, cuya implementación garantizaría la continuidad y sistematización de los esfuerzos de mejora del desempeño energético a diferencia de lo que ocurre cuando se encaran esfuerzos individuales y sin un correcto seguimiento.

En este sentido, no puede compararse una institución pública con una empresa privada, ya que estas últimas tienen como objetivo final la obtención de ganancias,

por lo que, si son realmente competitivos, deberían estar en una búsqueda constante de eficiencia, incluso energética, ajustando sus procesos y realizando inversiones que les reporten beneficios en un plazo acorde.

Por otra parte, las instituciones públicas no buscan entre sus objetivos la obtención de beneficios económicos, sino en última instancia, la adecuada prestación de su servicio a la sociedad.

El mantenimiento de este status quo en materia de gestionar la energía garantiza que no se alcancen resultados satisfactorios ni duraderos ya que no se utilizan criterios de mejora continua que consoliden las acciones puntuales que se realicen, produciendo a mediano plazo una desmotivación general de los decisores y colaboradores en general.

No es objetivo de este trabajo ahondar en las posibles soluciones a esta cuestión normativa presupuestaria, pero sería realmente interesante poder equiparar esta situación con lo que ocurre en el sector privado mediante algún procedimiento administrativo para adecuar la manera en que los organismos públicos manejan sus presupuestos energéticos, con el objetivo final de lograr incentivos reales para los actores que toman decisiones estratégicas y que vean en la EE una fuente de mejora para el desarrollo de sus funciones.

Si este escenario fuese posible, se podría poner en práctica lo sugerido por el Ing. José Luis Larrégoa, en el marco del Taller de Eficiencia Energética para Administradores Energéticos, llevado a cabo en el Ministerio de Energía de la Nación en el año 2019, en el que mencionó un mecanismo similar a una “Caja de ahorros energéticos” para lograr obtener recursos económicos específicos, de uso exclusivo para estas acciones, no pudiendo ser destinados para otros usos no vinculados a la mejora del desempeño energético.

El mencionado mecanismo consiste en la identificación fehaciente de las acciones de eficiencia que se realicen y el ahorro económico que estas generan; una vez identificados estos ahorros, los mismos deben ser asentados en una “caja de ahorros energéticos”. Para el organismo, no representa una inversión ya que seguiría erogando la misma cantidad de dinero que si no hubiese realizado una mejora, pero una vez cumplido el período, estos fondos pueden ser utilizados para implementar nuevas medidas que generen nuevos ahorros, creando de esta manera un mecanismo de autofinanciamiento, del estilo de un fondo rotatorio, y de incentivos muy favorables que permitan una mejora continua de las instalaciones y equipos.

De acuerdo con la forma en que se maneja la cuestión presupuestaria en la APN, se genera una imposibilidad de disponer de los fondos ahorrados por parte de las instituciones públicas y el consiguiente impedimento para encarar esta solución. Queda abierto el interrogante para futuros trabajos acerca de plantear una solución a esta cuestión en instancias administrativas superiores.

Un escenario análogo se observa en lo referente a los aspectos de la cultura organizacional y el comportamiento individual de las personas que se desempeñan en la función pública, en donde el UREE no se considera a la hora de evaluar el desempeño de sus funciones.

Los incentivos que actualmente motivan a tomar conciencia del correcto uso de los recursos energéticos suelen estar relacionados con convicciones personales y en menor medida a la adaptación a los requerimientos institucionales, que suelen ser escasos en la materia.

Según lo observado en la Tesis del Ing. Rodríguez, sobre el UREE en edificios públicos (Rodríguez, 2018), las conclusiones a las que se arriban son coincidentes con las obtenidas en el presente trabajo, especialmente en lo que se refiere a las dificultades de obtener una fuente de financiamiento para los proyectos de EE y la imposibilidad de generar cambios culturales duraderos en el personal.

Entre los cambios culturales y de comportamiento en el personal mencionados y que se aspira alcanzar se encuentran los de lograr un permanente compromiso con la adecuada utilización de los recursos, reportando ineficiencias que se detecten y generando por iniciativa propia mecanismos que permitan una mejora en el desempeño energético. En el plano de la toma de decisiones, se aspira a que se incluyan conceptos de eficiencia a la hora de generar procesos y realizar acciones orientadas al cumplimiento de la misión institucional.

Todo lo visto refuerza la idea de que esta problemática no se circunscribe específicamente a un organismo o institución, sino que tal como se mencionó, responde a una cuestión generalizada de todo el ámbito estatal.

Es por ello que el tesista considera que resulta indispensable la actualización por parte de instancias superiores del Estado de la normativa vigente y la generación de nueva normativa, planes y requerimientos que sean factibles de implementar, junto con mecanismos de financiamiento adecuados para cada caso.

Es necesario recordar también que, si bien la forma de evaluar los proyectos de inversión se circunscriben mayoritariamente a un análisis económico/financiero, las mejoras en EE producen grandes impactos en lo referente a las emisiones de GEI. Evaluando únicamente los ahorros proyectados en materia de climatización e iluminación que fueron desarrollados en capítulos anteriores y basándose en un factor de emisión de 0,269KgCO₂/Kwh (Climate-transparency.org, 2020), se obtendrían los siguientes valores:

Ahorro en Climatización: 585.700Kwh o su equivalente de 157.553KgCO₂

Ahorro en Iluminación: 74.615Kwh o su equivalente de 20.071 KgCO₂

Lo que produciría una reducción total de emisiones anual de 177.624 KgCO₂

Más allá de todos estos obstáculos, aun se puede encontrar una respuesta a la pregunta planteada al principio de esta tesis, ¿Cómo mejorar la Eficiencia Energética en los Edificios Públicos en un contexto de permanente falta de recursos económicos y poca cultura organizacional relacionada al uso racional y eficiente de la energía?

Si bien nos enfrentamos a una constante falta de presupuesto y a una cultura organizacional adversa, se pueden realizar muchas acciones que generan mejoras sustanciales en el desempeño energético y de esta manera preparar a la organización para encarar mejores soluciones en la medida en que se obtengan recursos y se comience a sensibilizar a los involucrados.

A tales efectos, se presenta una guía rápida de implementación donde se detallan someramente los pasos necesarios para encarar una política de EE en un edificio público. Esta puede ser replicada a nivel organismo en caso de poseer diversos inmuebles.

Al final de esta guía se presenta una matriz con las barreras más relevantes que se presentan a la hora de implementar procesos de eficiencia energética, clasificadas por su nivel de impacto.

12.1 Guía rápida de implementación

- Jerarquización del Administrador Energético: Es fundamental gestionar y encontrar perfiles de funcionarios que jerarquicen el rol de AE, el cual debe tener acceso a comunicar a la Alta Dirección las necesidades y planes a desarrollar.
- Análisis de la Normativa Nacional y Jurisdiccional: El AE debe estar en condiciones de conocer y comprender detalladamente la normativa que guía sus funciones y las obligaciones que genera al organismo en que se desempeña y debe poder comunicarlas eficazmente a la Alta Dirección.
- Conocimiento del edificio: El AE debe tener conocimiento y acceso a las áreas de mantenimiento y a todos los sectores del edificio, a fin de poder realizar los análisis y relevamientos que sean necesarios.
- Relevamiento Electromecánico: En primer lugar y como paso fundamental para comenzar a realizar cualquier análisis, se debe tener un relevamiento detallado de las instalaciones electromecánicas del edificio. Este debe incluir los sistemas eléctricos, de agua y gas. Cada equipo debe estar correctamente identificado, detallando su ubicación, características técnicas, consumos, etc. Asimismo, se deberá indagar respecto de su uso estimado, su grado de criticidad para el cumplimiento de la misión

organizacional y su antigüedad. Este relevamiento debe ser actualizado de manera permanente con una frecuencia anual como mínimo y se deberá mantener registro de las versiones previas para poder verificar la evolución de este.

- Análisis de los consumos energéticos: Deberá tenerse un registro especialmente completo y detallado de los consumos energéticos del edificio, contando como mínimo con las boletas de servicios públicos de los últimos 3 años. De estas facturas se obtendrán los datos de energía y potencia consumida y contratada. De acuerdo con el tipo de tarifa se deberán analizar también el factor de potencia, equilibrio de fases, conveniencia de contratar media tensión, etc. En un escenario económico más favorable, es muy recomendable la adquisición de un medidor de energía inteligente que permita registrar información detallada del comportamiento energético del edificio.

- Horarios del personal: Como primera medida, es muy importante evaluar el comportamiento de la dotación completa del personal que presta servicios en el edificio. Deben identificarse mediante los registros de ingreso y egreso las franjas horarias en las que se desarrollan las actividades y evaluarse si pueden ser realizadas durante un horario estándar. Esto dependerá de las funciones particulares de cada organismo y la posibilidad de modificar los mencionados horarios. En caso de no poder modificarse, se deberá prestar especial atención a minimizar el uso de instalaciones comunes en horarios alejados de la franja central. Esta medida, es la principal medida al momento de comenzar un plan de EE, por lo que sería conveniente considerar la realización de un diagnóstico previo sobre el comportamiento del personal para descubrir el potencial de mejora.

- Evaluación del sistema de climatización: Los sistemas de climatización son estadísticamente los mayores consumidores de energía en cualquier edificio. Por ello requieren un análisis exhaustivo por parte de los AE. Asimismo, son uno de los sistemas más costosos de adquirir y mantener. Es por ello que debe analizarse y reducir al máximo posible su uso, compatibilizándolo con las necesidades de confort del personal, sectorizándolo en la medida de las posibilidades y concientizando al personal en su correcto uso y mantenimiento. En caso de necesitar adquirir equipamiento de este tipo, deberá adquirir equipos de la más alta eficiencia, los que, en la mayoría de los casos, compensan su diferencia de costos (inicial de adquisición vs ciclo de vida) por el ahorro que producen a causa de su eficiencia.

- Iluminación: Los sistemas de iluminación representan un porcentaje elevado del consumo energético de un edificio. Actualmente en la mayoría de los edificios de la APN aún se encuentran lámparas de muy baja eficiencia. Se debe trabajar para reemplazar este tipo de equipos, cuya adquisición no resulta particularmente onerosa y su reemplazo impacta tanto en el desempeño energético, así como también en el confort de las personas. Deberán implementarse sensores de presencia en áreas comunes que permitan el apagado de luces y en caso de realizarse instalaciones nuevas, sectorizar lo más posible el encendido de estas.
- Envoltente térmica: Fachadas, techos y cerramientos deben ser analizados en busca de posibles mejoras. Por lo oneroso y complicado que resulta el cambio de cerramientos por otros de mejor tecnología, en muchas ocasiones resulta muy difícil de realizar. A fin de minimizar las fugas térmicas en cerramientos antiguos, se deberá prestar especial atención a su mantenimiento y reparación en la medida de lo posible, incorporando burletes de goma, cortinas y parasoles a fin de aislar mejor térmicamente y evitar el ingreso de radiación solar que exija un mayor funcionamiento de sistemas de climatización.
- Otros equipos: Existen otros equipos que son utilizados para brindar confort al personal, entre ellos los dispenser de agua. Estos equipos generan un consumo pasivo fuera de los horarios habituales de uso que implica un gasto innecesario. Deberá minimizarse la cantidad instalada y dotarlos de temporizadores que permitan su apagado automático fuera del horario de uso.
- Uso de energía renovable: Una vez analizada la situación actual y solucionadas las ineficiencias más relevantes, se evaluará la implementación de equipos de generación de energías renovables. La instalación de estos equipos antes de realizar las acciones de mejora importantes suele agotar el mínimo presupuesto que se asigna a esta área, por lo que perpetúa el mal uso de la energía.

Es necesario remarcar este concepto. La mejora del desempeño energético debe realizarse antes de evaluar la incorporación de sistemas de autogeneración de energías renovables ya que, de no realizarse de esta manera, se correría el riesgo de generar energía para instalaciones que no se encuentran en estado óptimo.

Una vez optimizadas las instalaciones y mejorado el desempeño energético, se podrá evaluar su implementación, lo que garantizará que se dimensionen correctamente los equipos a instalar.

Una solución relativamente económica y de fácil implementación es la generación de ACS a partir de la energía solar. Deben considerarse soluciones de generación fotovoltaica y eólicas mediante sistemas de generación conectados a la red de distribución mediante un medidor bidireccional, a fin de reducir los costos energéticos.

- Acciones de Concientización: Durante todo el proceso de análisis e implementación de acciones y políticas, la comunicación al personal es una parte fundamental para generar conciencia de la importancia de un UREE y los beneficios asociados. La concientización del personal es lo que en última instancia genera los cambios de cultura organizacional necesarios para lograr resultados sostenibles a largo plazo y evitar caer nuevamente en ineficiencias evitables.
- Iteración: Todo este proceso debe realizarse de manera permanente, emulando el ciclo de Deming, en donde se debe Planificar, Hacer, Verificar y Actuar, buscando alcanzar mecanismos de mejora continua que permitan capitalizar los beneficios de manera eficaz.

La aplicación de estos conceptos de manera periódica en distintos organismos permitirá la adopción de políticas y acciones que en última instancia generarán un cambio cultural y un ahorro energético conducente al logro de los objetivos de desarrollo sustentable a los que adhirió la Nación, y consecuentemente una mejora en las condiciones del medio ambiente para todas las personas.

Es necesario recordar la gran importancia que revisten este tipo de acciones para garantizar un futuro sustentable para las generaciones venideras.

12.2 Barreras para la implementación

Se presenta un resumen gráfico con las barreras más relevantes para la implementación de medidas o proyectos de mejora del desempeño energético en edificios públicos y propuestas preliminares para su mitigación.

		Incidencia en la implementación de medidas de mejora del desempeño energético (Alta-Media-Baja)			Propuesta preliminar para mitigar estas barreras
		A	M	B	
1	Institucional: Jerarquización del área de control/implementación de mejoras de desempeño energético	X			Es muy importante que el área encargada de llevar adelante un proceso de mejora de desempeño energético se encuentre posicionada en los más altos niveles de la organización.
2	Normativa: Falta de normativa de cumplimiento obligatorio y falta de control		X		Si bien existe un marco normativo extenso, la falta de control externo sobre el cumplimiento de este, atenta contra el compromiso de los decisores al momento de encarar un proceso de mejora. Esta situación debe sortearse mediante la generación de normativa interna.
3	Cultural: Cultura de trabajo operativa, de resolución de conflictos	X			Deben generarse mecanismos para armonizar los objetivos operativos con los que responden a una estrategia de racionalización de recursos. Específicamente en las áreas que no responden a una necesidad operativa permanente.
4	Cultural: Capacitación del Personal	X			El cambio sostenido se logra mediante recursos humanos comprometidos. Es por ello que deben generarse de manera permanente programas de capacitación para la totalidad del personal y programas más avanzados para las áreas de mantenimiento edilicio.
4	Económica / Financiera	X			La falta de asignaciones presupuestarias es un desafío permanente en Instituciones públicas. Una posible solución sería la de generar mecanismos presupuestarios que utilicen los fondos que se ahorran mediante la adopción de medidas de EE, para luego ser utilizados exclusivamente en la implementación de nuevas acciones, generando de esta manera un círculo virtuoso de mejora continua.

5	Capacidad técnica interna. Conocimiento de la temática.		X	El personal encargado de la generación y control de propuestas de mejora del rendimiento energético debe estar altamente capacitado en el tema. Caso contrario deberá incorporarse personal capacitado o contratar asesoría externa.
6	Tecnológica / conocimiento de tecnología		X	Al igual que en la barrera anterior, deberá mantenerse una cultura de capacitación permanente para los encargados de implementar estos procesos.

13. Glosario y Abreviaturas

AE	Administrador Energético
APN	Administración Pública Nacional
CMNUCC	Convenio marco de las Naciones Unidas referido al Cambio Climático
CO ₂	Dióxido de Carbono
°C	Grados Centígrados
DEP	Diagnóstico Energético Preliminar, Herramienta WEB de la Secretaría de Energía, reemplaza al sistema SAORE
EE	Eficiencia energética
GEI	Gases de Efecto Invernadero
kWh	Kilowatt por Hora
Hs	Horas
IDEN's	Indicadores de Desempeño Energético
IEDS	Instituto de Energía y Desarrollo Sustentable
INAP	Instituto Nacional de la Administración Pública
IPCC	Panel Intergubernamental de Expertos sobre cambio climático
IRAM	Instituto de Racionalización Argentina de Material
ISO	Organismo internacional de Estandarización (International Organization for Standardization)
JGM	Jefatura de Gabinete de Ministros
kW	Kilowatt
led	Diodo emisor de Luz (Light emitting diode)
m ²	Metros cuadrados
m ³	Metros cúbicos
MINEM	Ministerio de Energía y Minería
MT	Media tensión
PDCA	Ciclo de Deming (Norma ISO 50001), en inglés "Plan Do Check Act"
PEN	Poder Ejecutivo Nacional
PK	Protocolo de Kioto
PNEE	Programa Nacional de Eficiencia Energética
PRONUREE	Programa nacional de uso racional y eficiente de la energía
PROURE	Programa de uso racional y eficiente de la energía
SAORE	Sigla del Sistema de Administración y organización de los recursos energéticos, sistema previo a la implementación del sistema DEP
SCAyEP	Secretaría de coordinación administrativa y evaluación presupuestaria
SGen	Sistema de Gestión de la Energía
UNIRAE	Unidad de Ejecución y Gestión para el uso racional y eficiente de la Energía
UREE	Uso racional y eficiente de la energía

14. Bibliografía

- CACME. (2015). *Propuesta para el desarrollo de la Eficiencia Energética*. Comité Argentino del Consejo Mundial de Energía.
- Carta Compromiso con el Ciudadano. (2016). https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/6deg_edicion_carta_compromiso_con_el_ciudadano_2016.pdf.
- CPAU, Consejo Profesional de Arquitectura y Urbanismo. (2022). *Moderna Buenos Aires*. Obtenido de <https://www.modernabuenosaires.org/obras/20s-a-70s/edificio-guardacostas>
- Decreto 6377, República del Paraguay. (2011). *Comité de Eficiencia Energética*.
- Decreto PEN 140/2007. (21 de 12 de 2007). Programa Nacional De Uso Racional Y Eficiente De La Energia.
- Decreto Supremo 29466, República de Bolivia. (2008). *Programa Nacional de Eficiencia Energética*.
- Euroclima+. (Mayo de 2021). <https://euroclimaplus.org/energia>.
- Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires. (Mayo de 2021). https://www.buenosaires.gob.ar/areas/med_ambiente/apra/des_sust/consumo_sust/eficiencia_edificios_publicos.php?menu_id=32415.
- IEA - World Energy Outlook. (Mayo de 2021). <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2020>.
- IEDS. (2022). *Instituto de Energía y Desarrollo Sustentable*. Obtenido de <https://www.cab.cnea.gov.ar/ieds/index.php/ciencia-y-tecnologia/eficiencia-energetica/herramientas-informaticas-para-la-eficiencia-energetica/simulador-de-consumo-de-dispensers>
- Instituto de Energía y Desarrollo Sustentable. (2022). <https://ieds.cab.cnea.gov.ar/index.php/ciencia-y-tecnologia/eficiencia-energetica/herramientas-informaticas-para-la-eficiencia-energetica/simulador-de-consumo-de-dispensers#:~:text=El%20estudio%20realizado%20por%20el,eficiencia%20en erg%C3%A9tica%20de%20ca>.
- IPCC. (2018). *Panel Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático*. Obtenido de <https://www.ipcc.ch/sr15/>
- ISO 50001:2011. (2011). *ISO 50001:2011*.

- Ley 18398, Ley General de la Prefectura Naval Argentina. (1969).
- Ley 18597, República Oriental del Uruguay. (2009). *Uso Eficiente de la Energía*.
- Ley 21305, República de Chile. (2021). *Plan Nacional de Eficiencia Energética*.
- Ministerio de Industria Energía y Minería ROU. (2015). *Plan Nacional de Eficiencia Energética 2015-2024*.
- Occhiuzzi, P. N. (2016). *Historia del Edificio Guardacostas*.
- Rodríguez, M. A. (Diciembre de 2018). Uso racional y eficiente de la energía en el habitat construído, aplicación en un edificio público. *CEARE*.
- Servicio Meteorológico Nacional. (8 de Enero de 2020). <https://www.smn.gob.ar/noticias/tiempo-y-clima-resumen-2019-0>.
- *United Nations Climate Change*. (2022). Obtenido de <https://unfccc.int/es/process-and-meetings/the-convention/que-es-la-convencion-marco-de-las-naciones-unidas-sobre-el-cambio-climatico>
- www.Sunearthtools.com. (2022).