



DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO

Universidad de Santiago de Chile

Informe de resultados

abril 2023



 realiza



Índice

1. RESUMEN EJECUTIVO	2
2. INTRODUCCIÓN.....	4
3. OBJETIVOS.....	5
3.1. OBJETIVO GENERAL	5
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	5
4. MARCO CONCEPTUAL.....	5
5. METODOLOGÍA.....	6
5.1. FASE 1: LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN.....	6
5.2. FASE 2: CONTABILIDAD ENERGÉTICA	6
5.3. FASE 3: IDENTIFICACIÓN Y CÁLCULO DE MEDIDAS DE MEJORA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA (MMEE).....	6
6. RESULTADOS	7
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	9
7.1. CONCLUSIONES.....	9
7.2. RECOMENDACIONES.....	10
8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	11
9. ANEXOS.....	12
9.1. UBICACIÓN DE LAS FACULTADES DEL ESTUDIO.....	12
9.2. RESULTADOS FACULTAD DE ADMINISTRACIÓN Y ECONOMÍA (FAE)	13
9.2.1. FASE 1: LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN	13
9.2.2. FASE 2: CONTABILIDAD ENERGÉTICA	27
9.2.3. FASE 3: MEDIDAS DE MEJORA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA.....	31
9.3. RESULTADOS FACULTAD TECNOLÓGICA (FACTEC)	33
9.3.1. FASE 1: LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN	33
9.3.2. FASE 2: CONTABILIDAD ENERGÉTICA	41
9.3.3. FASE 3: MEDIDAS DE MEJORA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA	45
9.4. RESULTADOS FACULTAD QUÍMICA Y BIOLOGÍA.....	47
9.4.1. FASE 1: LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN	47
9.4.2. FASE 2: CONTABILIDAD ENERGÉTICA	53
9.4.1. FASE 3: MEDIDAS DE MEJORA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA	56



1. RESUMEN EJECUTIVO

El presente documento entrega los resultados del Diagnóstico Energético de la Universidad de Santiago de Chile, desarrollado durante el año 2023 por la consultora Realiza. Este diagnóstico contempla tres edificios característicos de tres facultades distintas y se consideró el periodo 2022 para la recopilación de datos y análisis. Al ser el primer diagnóstico energético desarrollado en torno a estos edificios, se pretende dejar el año 2022 como línea base para futuros diagnósticos.

El desarrollo del diagnóstico fue coordinado por el Área de Sostenibilidad del Departamento de Planificación y Desarrollo Territorial de la Universidad. La necesidad de llevar a cabo un Diagnóstico Energético surge como requerimiento del Acuerdo de Producción Limpia (APL) para Instituciones de Educación Superior (IES) adscrito por la Universidad.

Los edificios seleccionados para este proceso de diagnóstico fueron:

- Edificio nuevo Facultad Administración y Economía
- Edificio Facultad Tecnológica
- Edificio Facultad Química y Biología

Se utilizó la misma metodología de trabajo por cada edificio, en la cual se hizo levantamiento de información administrativa y de consumo, contabilidad energética y revisión en terreno de las instalaciones y su posterior evaluación, finalizando con la identificación y cálculo de mejoras de medida de eficiencia energética.

Los resultados del diagnóstico se analizaron bajo dos puntos de vistas. Uno definido en criterios propios de la consultora Realiza, siguiendo lineamientos de la Norma ISO50001 y la AchEE. Y otra bajo parámetros identificados en los requerimientos del APL.

Principales resultados – Criterios Realiza son:

- Ninguno de los tres edificios tiene un resultado sobresaliente para efectos de este diagnóstico
- El edificio FAE es el mejor evaluado en términos de calidad de información recopilada, análisis de la información y proyecciones.
- Si bien el diagnóstico energético evaluó como “Aceptable” el trabajo realizado en cada edificio, existe una brecha de información importante por resolver en la obtención de la información de consumo energético. Básicamente no se sabe cuanta energía consume la facultad ni mucho menos el edificio, ya que la información respaldada por las facturas de las empresas proveedoras de energía, incluye consumo de otras facultades y edificios que no forman parte del alcance del presente diagnóstico.
- Se presentan múltiples oportunidades de mejora de eficiencia energética en cada edificio.

Principales resultados – Criterios APL son:

- La obtención de la información de consumo energético por edificio fue deficiente, lo que dificultó el análisis posterior al no tener bases comparativas sólidas que permitiesen segregar de buena manera los consumos al interior de cada recinto. Debido a esto, recomendamos no definir el año 2022 como año base con la información que actualmente se conoce.
- El APL hace principal énfasis en tener una buena base de información por uso de medidores especializados en cada uno de los recintos en estudio. Se debe realizar este trabajo para mejorar el análisis ya realizado.
- Por lo mismo, las proyecciones futuras de consumo son superficiales por no tener una base de información fidedigna. Esto también repercute en no poder definir metas de consumo futuro.
- Si bien se identificaron oportunidad de mejora en términos de eficiencia energética, no se profundizó en cuál sería el impacto directo en el consumo, por las razones mencionadas anteriormente.

A partir de estos resultados se identificaron medidas de eficiencia energética. Dentro de las más importantes están:

- **MMEE#1:** Incorporar equipamiento de monitoreo de energía eléctrica y gas en cada edificio.
- **MMEE#2:** Instalación de ventanas termopanel para mejora de aislación térmica de las salas/oficinas/laboratorios.
- **MMEE#3:** Homologación y recambio de equipos aire acondicionado tipo Split muro.
- **MMEE#4:** Homologación y recambio de luminarias a LED.
- **MMEE#5:** Estudio de factibilidad y presupuesto para cambiar régimen de consumo de energía eléctrica de cliente regulado a cliente libre.
- **MMEE#6:** Plan de mantención de equipamiento de clima (chiller, UMA, aire split, etc).
- **MMEE#7:** Plan de mantención de equipamiento de iluminación
- **MMEE#8:** Plan de mantención de sistemas eléctricos
- **MMEE#9:** Instalación de planta solar fotovoltaica acorde a cada edificio.
- **MMEE#10:** Campañas de educación en uso de energía para cada edificio.

Para concluir, con la información conocida hasta la fecha, no recomendamos establecer el año 2022 como línea base, ya que la información de consumo no está segregada por las razones ya mencionadas.

Se deben incorporar dispositivos de medición de consumo energético exclusivo para cada edificio, que sea capaz de identificar de manera localizada los consumos energéticos tanto para electricidad como para hidrocarburos. Esto permitirá segregar de mejor manera cada uno de los consumos en sus diversos usos, sobre los cuales se podrán definir metas de reducción y también proyecciones de ahorro para cada MMEE.



2. INTRODUCCIÓN

El compromiso de las instituciones de educación superior en Chile con la sustentabilidad es cada vez más importante. En el año 2010, las universidades del país se unieron para trabajar en la sustentabilidad a través de la Red Campus Sustentable, una iniciativa que busca fomentar prácticas ambientales y sociales responsables en los campus universitarios. Dos años después, en 2012, se generó el primer Acuerdo de Producción Limpia, en el que las instituciones de educación superior se comprometieron a reducir sus emisiones de gases de efecto invernadero y promover la gestión sostenible de sus campus.

En 2021, la Red Campus Sustentable y la Agencia de Sustentabilidad y Cambio Climático están implementando un segundo Acuerdo de Producción Limpia "Instituciones de Educación Superior Sustentable", que busca ampliar el camino hacia la sustentabilidad a nuevas instituciones y abarcar áreas clave como la gobernanza, la cultura sustentable, la academia, la gestión de campus y la responsabilidad social.

En este contexto, la Universidad de Santiago de Chile (USACH) ha contratado a la consultora Realiza para llevar a cabo acciones relacionadas con el diagnóstico y la gestión de la energía en sus instalaciones. Este proceso se inició en enero de 2023 y finalizó en abril del mismo año y contempló el diagnóstico de las facultades de Química y Biología, la Facultad Tecnológica y la Facultad de Administración y Economía.

En el presente informe se detallan los objetivos, los principales conceptos, los pasos metodológicos y los resultados clave encontrados.

3. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GENERAL

Identificar y evaluar oportunidades de mejora en la gestión energética de las facultades de Química y Biología, Facultad Tecnológica y la Facultad de Administración y Economía, con el fin de reducir el consumo de energía de manera eficiente y las emisiones de gases de efecto invernadero.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar los usos y consumos energéticos de las facultades
- Identificar oportunidades de ahorro de energía
- Establecer prioridades de actuación en función al impacto y relevancia
- Establecer metas de ahorro energético

4. MARCO CONCEPTUAL

El diagnóstico energético es una herramienta que permite evaluar y analizar el uso de energía, con el fin de identificar oportunidades para mejorar su eficiencia energética. Se trata de un proceso sistemático y detallado que se enfoca en la identificación de las principales fuentes de consumo de energía, la medición de su impacto, y la propuesta de medidas para reducir su consumo.

El diagnóstico energético es especialmente relevante en instituciones de educación superior (IES), donde la eficiencia energética puede tener un impacto significativo tanto en la reducción de costos como en la disminución de emisiones de gases de efecto invernadero. El proceso de diagnóstico en IES es particularmente complejo debido a la gran variedad de edificios y sistemas que se encuentran en estos campus, lo que requiere un enfoque integral.

El diagnóstico energético en IES puede abarcar desde la evaluación de los sistemas de climatización e iluminación, hasta el análisis de los sistemas de transporte y la gestión de residuos entre otros. Para llevar a cabo el diagnóstico, se requiere la participación de expertos en áreas como la ingeniería y la gestión energética.

En el contexto del APL, la vinculación del diagnóstico energético con la huella de carbono es fundamental, ya que permite identificar las emisiones de gases de efecto invernadero asociadas al consumo de energía en la institución. Con base en los resultados del diagnóstico, se pueden proponer medidas para reducir la huella de carbono, tales como la mejora de la eficiencia energética en los edificios, la implementación de sistemas de energía renovable y la promoción del transporte sostenible. En resumen, el diagnóstico energético es una herramienta fundamental para evaluar el consumo de energía en una institución de educación superior y proponer medidas para mejorar su eficiencia energética y reducir su huella de carbono. El enfoque multidisciplinario y la participación de expertos en diferentes áreas son clave para asegurar el éxito del proceso.

5. METODOLOGÍA

5.1. FASE 1: LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN

La fase 1 del proceso de diagnóstico energético inicio definiendo el alcance. Luego se recopiló información de las fuentes de consumo de energía, el consumo de cada una y se analizaron los datos para identificar oportunidades de mejora en eficiencia energética y la gestión de la energía. Se realizaron visitas técnicas para contrastar la información recopilada con la realidad de cada edificio. La fase I fue crucial para obtener una comprensión clara del uso de la energía en la institución y para identificar oportunidades de mejora.

5.2. FASE 2: CONTABILIDAD ENERGÉTICA

En la fase 2 se analizó el comportamiento de los consumos de los establecimientos, se supervisó su flujo de energía e identificaron debilidades para la posterior selección de mejoras. Se definió el periodo de referencia para la línea base y se registraron todos los consumos energéticos respaldados por boletas/facturas. Se trabajó en áreas clave como electricidad, combustibles fuentes fijas y móviles, determinando para cada una quién consume esta energía, cuánto cuesta, en qué periodo se consume, cuál es la eficiencia de consumo y cuánto se consumirá a futuro.

5.3. FASE 3: IDENTIFICACIÓN Y CÁLCULO DE MEDIDAS DE MEJORA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA (MMEE)

En la fase 3 se identificaron las principales MMEE para iluminación, clima, ACS, edificación y equipos, y se estimaron ahorros y mejoras de desempeño. En base a la experiencia y la información levantada, se propusieron diversas MMEE, considerando la relación costo-eficiencia, intereses y preferencias. Se determinaron MMEE específicas para iluminación, climatización, ACS, envolvente y equipos.

6. RESULTADOS

Los resultados del diagnóstico energético de las 3 facultades del proyecto se analizaron bajo dos miradas: criterios propios de consultora Realiza y criterios identificados del APL los cuales se presentan a modo de resumen en la **Tabla 1** y **Tabla 2** respectivamente. El detalle de cada facultad respecto a la identificación de las fuentes de energía, los usos y consumos, las evaluaciones de estos y la identificación de los usos significativos y sus respectivas propuestas de mejora y proyecciones, se encuentran en Anexos.

En la **Tabla 1** se puede observar en análisis realizado bajo criterios de la consultora. Estos se analizan bajo tres temas principales: calidad de la información, análisis de la información y proyecciones con la información obtenida.

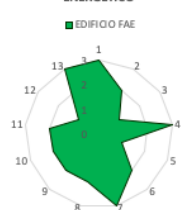
Matriz de Evaluación y Desempeño Energético					
ITEM	VARIABLE	ID	EDIFICIO FAE	EDIFICIO FACTEC	EDIFICIO Q&B
CALIDAD DE LA INFORMACIÓN	Identificación de fuentes de consumo de energía	1	3	3	2
	Identificación de consumo energético eléctrica	2	2	2	1
	Identificación de consumo energético gas natural	3	1	2	2
	Identificación de consumo energético gas licuado	4	3	1	1
	Identificación de consumo energético petróleo	5	1	1	1
	Evaluación de áreas de uso significativo de energía	6	2	1	1
Total Parcial - Calidad de la Información			12	10	8
ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	Evaluación de uso y consumo por iluminación	7	3	3	3
	Evaluación de uso y consumo por climatización	8	2	2	2
	Evaluación de uso y consumo por ACS	9	2	2	2
	Evaluación de uso y consumo por edificación	10	2	2	2
	Evaluación de uso y consumo de equipos	11	2	2	2
	Total Parcial - Análisis de la Información		11	11	11
PROYECCIONES CON LA INFORMACIÓN	Estimaciones de consumo futuro	12	1	1	1
	Identificación de MME	13	3	3	3
	Total Parcial - Proyecciones con la información		4	4	4
PONDERACIÓN TOTAL			27	25	23

En esta matriz cada variable se evalúa con:

- Valor 1: Información deficiente
- Valor 2: Información aceptable
- Valor 3: Información sobresaliente

Sobresaliente	Aceptable	Deficiente	Muy Deficiente
39-28	27-20	19-12	11-0

EVALUACIÓN DE DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO



EVALUACIÓN DE DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO



EVALUACIÓN DE DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO

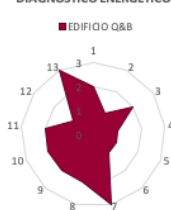


Tabla 1. Matriz de Evaluación y Desempeño Energético

Como resultado del análisis bajo esta mirada:

- Ninguno de los tres edificios tiene un resultado sobresaliente para efectos de este diagnóstico.
- El edificio FAE es el mejor evaluado en términos de calidad de información recopilada, análisis de la información y proyecciones.
- Si bien el diagnóstico energético evaluó como "Aceptable" el trabajo realizado en cada edificio, existe una brecha de información importante por resolver en la obtención de la información de consumo energético. Básicamente no se sabe cuanta energía consume la facultad ni mucho menos el edificio ya que la información respaldada por las facturas de las empresas proveedoras de energía incluye consumo de otras facultades y edificios que no forman parte del alcance del presente diagnóstico.

- Con la información conocida hasta la fecha, no recomendamos establecer el año 2022 como línea base, ya que la información de consumo no está segregada por las razones ya mencionadas.
- Se deben incorporar dispositivos de medición de consumo energético exclusivo para cada edificio, que sea capaz de identificar de manera localizada los consumo.
- Se presentan múltiples oportunidades de mejora de eficiencia energética en cada edificio.

En la **Tabla 2** se realiza el análisis bajo los requerimientos particulares del APL

Tabla 2 Matriz resumen de la acción 4.13 sobre Diagnóstico Energético del Acuerdo de Producción Limpia II - Educación Superior Sustentable

CRITERIOS	Edificio FAE	Edificio FACTEC	Edificio Q&B
1. Identificación de fuentes de consumo de energía	Logrado	Medianamente logrado	Medianamente logrado
2. Identificación de consumos energéticos por fuente	Medianamente logrado	Medianamente logrado	Medianamente logrado
3. Identificación de áreas de uso significativo	Medianamente logrado	Medianamente logrado	Medianamente logrado
4. Evaluación del uso y consumo	Medianamente logrado	Medianamente logrado	Medianamente logrado
5. Estimación de uso y consumo futuro	No logrado	No logrado	No logrado
6. Oportunidades de mejora	Logrado	Logrado	Logrado

La determinación de los niveles de logro, “Logrado”, “Medianamente logrado” y “No logrado” se basa en los resultados de cada variable. En aquellas variables que tienen un indicador “Logrado” se pudo identificar completamente y se dio cumplimiento a lo exigido en APL II. “Medianamente logrado” indica que se pudo identificar datos relacionados a la variable, pero existen vacíos de información que falta recabar. “No logrado” indica derechamente que no se obtuvieron resultados.

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1. CONCLUSIONES

A partir de los resultados se puede concluir para cada edificio:

La Facultad de Administración y Economía es el edificio más moderno dentro de los tres evaluados. Esta característica permitió tener planimetría específica y moderna del edificio, lo que facilitó su desglose para efectos del diagnóstico. Sin embargo, se tienen que resolver brechas operacionales del edificio que le permitan ser operado y administrado de la manera más eficiente posible.

En términos energéticos, el edificio cuenta con tecnología de punta para todos sus fines energético. Esta capacidad instalada y una correcta operación del edificio permitirá tener un desempeño energético suficiente para los objetivos de eficiencia energética requeridos.

A pesar de su modernidad, no cuenta con sistema de gestión integrada de consumo, que le permita conocer en tiempo real el consumo en sus diversas fuentes. Este es un tema transversal a los demás edificios, donde la brecha más importante a resolver es conocer el consumo exclusivo de cada edificio por separado al medidor de cobro de servicio de Enel Distribución.

La Facultad Tecnológica y Facultad de Química cuentan con edificios bastante parecidos en cuanto a superficie, altura, antigüedad y usos. Ambos cuentan con amplias salas y laboratorios específicos de la especialidad.

Con el paso del tiempo, ambos edificios han ido incorporando diversos equipos de iluminación, climatización y otros según los requerimientos técnicos y ambientales. Esto ha generado un desorden técnico y operacional ya que no existe un estándar mínimo de equipos a instalar.

Las 3 facultades presentan un diagnóstico energético de nivel aceptable según los criterios de Realiza. No se pudo definir el 2022 como año base por no contar con el detalle de consumos por edificios, esto también determinó que las proyecciones no se pudieran realizar.

Por último, se ha identificado que el área crítica para gestionar de forma eficiente la energía en el campus es la identificación precisa de los consumos energéticos por edificio. Se ha observado que las facturas de energía abarcan más allá de los límites de la facultad correspondiente, lo que indica que las facturas incluyen el consumo de otros edificios. Estos "consumos fantasmas" no pudieron ser identificados en las visitas técnicas y la contraparte no cuenta con información detallada para poder identificarlos. Por tanto, resulta fundamental implementar un sistema más riguroso y detallado de medición y seguimiento de los consumos energéticos por edificio para optimizar la gestión energética del campus.



A partir de estos resultados se identificaron las Medidas de Mejora de Eficiencia Energética más relevantes. Estas son:

- **MMEE#1:** Incorporar equipamiento de monitoreo de energía eléctrica y gas en cada edificio.
- **MMEE#2:** Instalación de ventanas termopanel para mejora de aislación térmica de las salas/oficinas/laboratorios.
- **MMEE#3:** Homologación y recambio de equipos aire acondicionado tipo Split muro.
- **MMEE#4:** Homologación y recambio de luminarias a LED.
- **MMEE#5:** Estudio de factibilidad y presupuesto para cambiar régimen de consumo de energía eléctrica de cliente regulado a cliente libre.
- **MMEE#6:** Plan de mantención de equipamiento de clima (chiller, UMA, aire split, etc).
- **MMEE#7:** Plan de mantención de equipamiento de iluminación
- **MMEE#8:** Plan de mantención de sistemas eléctricos
- **MMEE#9:** Instalación de planta solar fotovoltaica acorde a cada edificio.
- **MMEE#10:** Campañas de educación en uso de energía para cada edificio.

7.2. RECOMENDACIONES

Se sugiere abordar el levantamiento de información como un área clave a través de procesos bien definidos y con funciones claras. Acá es importante tener en cuenta que los planes de gestión exitosos se basan en datos certeros y roles bien definidos. Para mejorar los procesos de diagnóstico y diseño de planes de gestión en materia energética o de otra área, recomendamos incorporar de forma más activa a los encargados de edificio. Lo anterior con el fin de mejorar el acceso a la información.

Por último, recomendamos incorporar herramientas tecnológicas que permitan el mapeo de múltiples capas de información y faciliten el levantamiento de indicadores y seguimiento de metas. Acá sugerimos herramientas con un enfoque BIM 7D o similar.

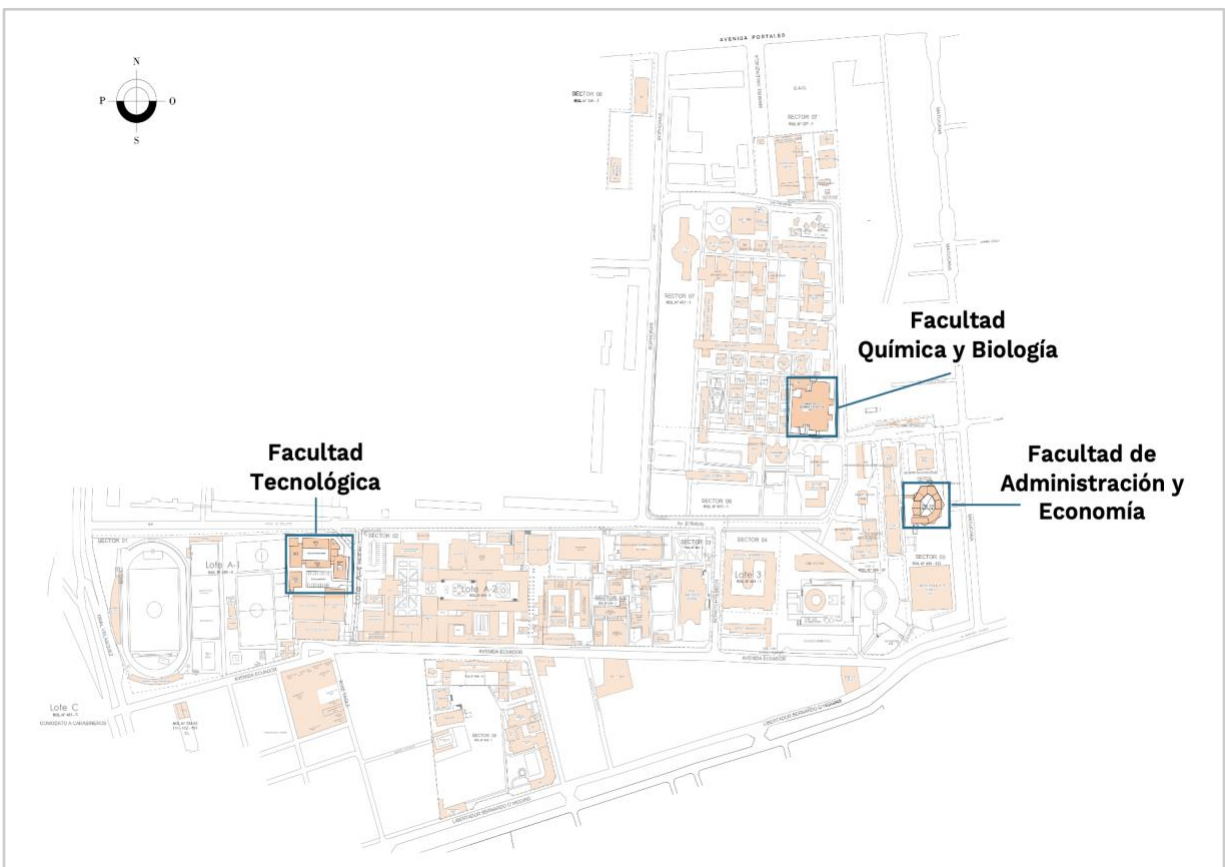


8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agencia de Sostenibilidad Energética. (2019). Guía de Implementación de Sistemas de Gestión de Energía basados en ISO50001 [Documento técnico]. Recuperado de <https://www.guiaiso50001.cl/guia-de-apoyo/>
- Asociación Chilena de Eficiencia Energética. (2020). Guía de Apoyo al Desarrollo de Diagnósticos Energéticos para Instituciones de Educación Superior (IES) [Documento técnico]. Recuperado de <http://old.acee.cl/eficiencia-energetica/guias>
- Ministerio de Energía. (2017). Plan de mitigación de gases de efecto invernadero del sector energía 2017-2022. Recuperado de <https://www.energia.gob.cl/sites/default/files/plan-mitigacion-gei-sector-energia-2017.pdf>

9. ANEXOS

9.1. UBICACIÓN DE LAS FACULTADES DEL ESTUDIO



Mapa 1 Ubicación de las facultades del estudio



9.2. RESULTADOS FACULTAD DE ADMINISTRACIÓN Y ECONOMÍA (FAE)

9.2.1. FASE 1: LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN

9.2.1.1. *Información de las instalaciones*

Desde su creación en 1972, la Facultad de Administración y Economía, en adelante FAE, se ocupa al nivel más avanzado de la creación, preservación, desarrollo y transmisión del conocimiento en el campo de la administración, contabilidad y auditoría, economía y la gestión y políticas públicas; orientada por el desarrollo integral de sus alumnos, académicos y funcionarios, en un marco ético-social que privilegie el respeto por el ser humano y la responsabilidad social

La FAE destaca su compromiso académico-institucional mediante la calidad de su formación de profesionales que siguen contribuyendo a la sociedad con el sello de responsabilidad social y medioambiental. Esto se ve reflejado en la expansión de su infraestructura y áreas verdes que cuentan con un nuevo edificio de 13.170 m², con salas de clases de primer nivel y áreas verdes en altura.

Su propósito, la creación de espacios dinámicos y creativos que promueven la interrelación fluida e inclusiva de alumnos/as, en un ambiente que destaca la circulación del diálogo multidisciplinario y pluralista, mediante espacios que promueven las artes a través de la diversidad de expresiones culturales y de los valores propios de la sustentabilidad.

Para efectos del presente diagnóstico energético se consideró solo este edificio en el análisis. El cual cuenta con 14 niveles y 12 sobre la superficie nivel de piso

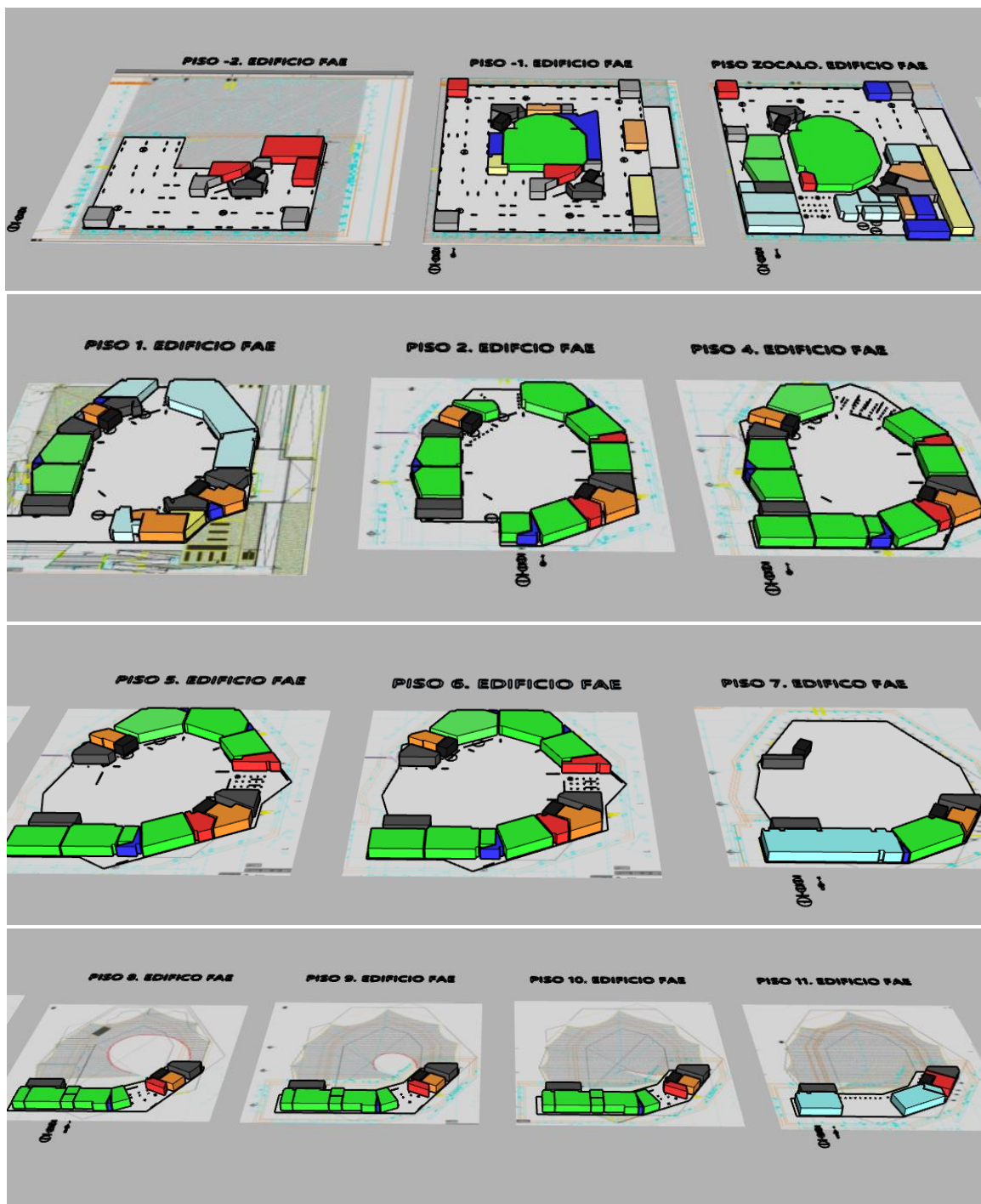


Ilustración 1 Modelación 3D edificio FAE

A continuación, se presenta la tabla de datos que se obtiene del modelo 3D presentado.

Tabla 3 Recintos del edificio FAE, superficie y régimen de uso

Recinto Edificio FAE								
ID	Recinto	Nivel	Grupo	Superficie [m2]	Horario	Horas Día	% Uso	Horas Efectiva Día
1	P-2_BODEGA_01	Nivel -02	06_Bodegas	21.05	8:00 a 22:00	14	50%	7
2	P-2_BODEGA_02	Nivel -02	06_Bodegas	22.85	8:00 a 22:00	14	50%	7
3	P-2_ESTANQUE_REDHUMEDA	Nivel -02	08_SalasTécnicas	35.44	8:00 a 22:00	14	5%	0.7
4	P-2_ESTAQUE_AFS	Nivel -02	08_SalasTécnicas	98.525	8:00 a 22:00	14	5%	0.7
5	P-1_ASCENSORES_02	Nivel -01	07_Escaleras/Ascensores	8.89	8:00 a 22:00	14	90%	12.6
6	P-1_BAÑOS_01	Nivel -01	05_Banos	19.415	8:00 a 22:00	14	20%	2.8
7	P-1_BAÑOS_02	Nivel -01	05_Banos	44.59	8:00 a 22:00	14	20%	2.8
8	P-1_BODEGA_01	Nivel -01	06_Bodegas	19.44	8:00 a 22:00	14	50%	7
9	P-1_BODEGA_02	Nivel -01	06_Bodegas	13.13	8:00 a 22:00	14	50%	7
10	P-1_BODEGA_03	Nivel -01	06_Bodegas	17.47	8:00 a 22:00	14	50%	7
11	P-1_BODEGA_04	Nivel -01	06_Bodegas	4.805	8:00 a 22:00	14	50%	7
12	P-1_BODEGA_06	Nivel -01	06_Bodegas	6.45	8:00 a 22:00	14	50%	7
13	P-1_BODEGA_07	Nivel -01	06_Bodegas	23.525	8:00 a 22:00	14	50%	7
14	P-1_SALACLIMA_01	Nivel -01	08_SalasTécnicas	75.055	8:00 a 22:00	14	5%	0.7
15	P-1_SALACLIMA_02	Nivel -01	08_SalasTécnicas	24.015	8:00 a 22:00	14	5%	0.7
16	P-1_SALAELECTRICA_01	Nivel -01	08_SalasTécnicas	67.865	8:00 a 22:00	14	5%	0.7
17	P-1_SALAELECTRICA_02	Nivel -01	08_SalasTécnicas	15.07	8:00 a 22:00	14	5%	0.7
18	P-1_SALATECNICA_01	Nivel -01	08_SalasTécnicas	30.075	8:00 a 22:00	14	5%	0.7
19	P-1_SALA_AUDITORIO	Nivel -01	01_SalasClase	311.685	8:00 a 22:00	14	90%	12.6
20	P0_ASCENSORES_02	Nivel Zocalo	07_Escaleras/Ascensores	8.89	8:00 a 22:00	14	90%	12.6
21	P0_ASCENSOR_01	Nivel Zocalo	07_Escaleras/Ascensores	8.555	8:00 a 22:00	14	90%	12.6
22	P0_BAÑO_01	Nivel Zocalo	05_Banos	14.675	8:00 a 22:00	14	20%	2.8
23	P0_BAÑO_02	Nivel Zocalo	05_Banos	40.885	8:00 a 22:00	14	20%	2.8
24	P0_BODEGA_01	Nivel Zocalo	06_Bodegas	12.77	8:00 a 22:00	14	50%	7
25	P0_BODEGA_02	Nivel Zocalo	06_Bodegas	5.145	8:00 a 22:00	14	50%	7
26	P0_BODEGA_03	Nivel Zocalo	06_Bodegas	36.74	8:00 a 22:00	14	50%	7
27	P0_BODEGA_05	Nivel Zocalo	06_Bodegas	4.855	8:00 a 22:00	14	50%	7
28	P0_BODEGA_07#1	Nivel Zocalo	06_Bodegas	23.525	8:00 a 22:00	14	50%	7
29	P0_CENTROALUMNOS	Nivel Zocalo	03_UsosMultiples	35.925	8:00 a 22:00	14	90%	12.6
30	P0_CENTROALUMNOS_ADMPUBLICO	Nivel Zocalo	03_UsosMultiples	8.385	8:00 a 22:00	14	90%	12.6
31	P0_CENTROALUMNOS_COMERCIAL	Nivel Zocalo	03_UsosMultiples	7.68	8:00 a 22:00	14	90%	12.6
32	P0_CENTROALUMNOS_CONTADOR	Nivel Zocalo	03_UsosMultiples	8.59	8:00 a 22:00	14	90%	12.6
33	P0_CENTROALUMNOS_REUNION	Nivel Zocalo	03_UsosMultiples	16.61	8:00 a 22:00	14	90%	12.6
34	P0_ESCALERAS_02	Nivel Zocalo	07_Escaleras/Ascensores	21.85	8:00 a 22:00	14	90%	12.6
35	P0_ESCALERA_01	Nivel Zocalo	07_Escaleras/Ascensores	19.605	8:00 a 22:00	14	90%	12.6
36	P0_ESCALERA_03	Nivel Zocalo	07_Escaleras/Ascensores	28.895	8:00 a 22:00	14	90%	12.6
37	P0_ESPACIOCOMUN_CAMARIN	Nivel Zocalo	03_UsosMultiples	42.77	8:00 a 22:00	14	90%	12.6
38	P0_ESPACIOCOMUN_CICLETERO	Nivel Zocalo	03_UsosMultiples	46.42	8:00 a 22:00	14	90%	12.6
39	P0_ESPACIOCOMUN_GUARDAROPIA	Nivel Zocalo	03_UsosMultiples	11.81	8:00 a 22:00	14	90%	12.6
40	P0_ESPACIOCOMUN_LOCKERS	Nivel Zocalo	03_UsosMultiples	73.47	8:00 a 22:00	14	90%	12.6
41	P0_SALACLIMA_01	Nivel Zocalo	08_SalasTécnicas	31.64	8:00 a 22:00	14	5%	0.7
42	P0_SALACLIMA_02	Nivel Zocalo	08_SalasTécnicas	25.195	8:00 a 22:00	14	5%	0.7
43	P0_SALACLIMA_03	Nivel Zocalo	08_SalasTécnicas	27.13	8:00 a 22:00	14	5%	0.7
44	P0_SALAELECTRICA_01	Nivel Zocalo	08_SalasTécnicas	120.28	8:00 a 22:00	14	5%	0.7
45	P0_SALATECNICA_01	Nivel Zocalo	08_SalasTécnicas	10.58	8:00 a 22:00	14	5%	0.7
46	P0_SALATECNICA_02	Nivel Zocalo	08_SalasTécnicas	23.225	8:00 a 22:00	14	5%	0.7
47	P0_SALA_1A-1B	Nivel Zocalo	01_SalasClase	0	8:00 a 22:00	14	90%	12.6
48	P0_SALA_AUDITORIO	Nivel Zocalo	01_SalasClase	389.05	8:00 a 22:00	14	90%	12.6
49	P1_ASCENSOR_01	Nivel 01	07_Escaleras/Ascensores	8.555	8:00 a 22:00	14	90%	12.6
50	P1_ASCENSOR_02	Nivel 01	07_Escaleras/Ascensores	8.89	8:00 a 22:00	14	90%	12.6
51	P1_BAÑO_01	Nivel 01	05_Banos	42.79	8:00 a 22:00	14	20%	2.8
52	P1_BAÑO_02	Nivel 01	05_Banos	29.8	8:00 a 22:00	14	20%	2.8
53	P1_BAÑO_03	Nivel 01	05_Banos	12.46	8:00 a 22:00	14	20%	2.8
54	P1_BODEGA_01	Nivel 01	06_Bodegas	1.485	8:00 a 22:00	14	50%	7
55	P1_COCINA	Nivel 01	03_UsosMultiples	67.615	8:00 a 22:00	14	90%	12.6
56	P1_COMEDOR	Nivel 01	03_UsosMultiples	158.725	8:00 a 22:00	14	90%	12.6
57	P1_ESCALERA_01	Nivel 01	07_Escaleras/Ascensores	19.605	8:00 a 22:00	14	90%	12.6
58	P1_ESCALERA_02	Nivel 01	07_Escaleras/Ascensores	19.795	8:00 a 22:00	14	90%	12.6
59	P1_ESCALERA_03	Nivel 01	07_Escaleras/Ascensores	24.37	8:00 a 22:00	14	90%	12.6
60	P1_ESCALERA_04	Nivel 01	07_Escaleras/Ascensores	24.69	8:00 a 22:00	14	90%	12.6
61	P1_ESCALERA_05	Nivel 01	07_Escaleras/Ascensores	25.375	8:00 a 22:00	14	90%	12.6
62	P1_ESPACIOCOMUN_CICLETERO	Nivel 01	03_UsosMultiples	41.02	8:00 a 22:00	14	90%	12.6
63	P1_SALACLIMA_01	Nivel 01	08_SalasTécnicas	1.68	8:00 a 22:00	14	5%	0.7
64	P1_SALACLIMA_02	Nivel 01	08_SalasTécnicas	2.505	8:00 a 22:00	14	5%	0.7
65	P1_SALACLIMA_03	Nivel 01	08_SalasTécnicas	3.07	8:00 a 22:00	14	5%	0.7
66	P1_SALACLIMA_04	Nivel 01	08_SalasTécnicas	3.15	8:00 a 22:00	14	5%	0.7
67	P1_SALACONTROL_01	Nivel 01	03_UsosMultiples	22.145	8:00 a 22:00	14	90%	12.6
68	P1_SALAELECTRICA_01	Nivel 01	08_SalasTécnicas	11.825	8:00 a 22:00	14	5%	0.7
69	P1_SALA_1A-1B	Nivel 01	01_SalasClase	125.18	8:00 a 22:00	14	90%	12.6
70	P2_ASCENSOR_01	Nivel 02	07_Escaleras/Ascensores	8.585	8:00 a 22:00	14	90%	12.6
71	P2_BAÑO_01	Nivel 02	05_Banos	34.81	8:00 a 22:00	14	20%	2.8
72	P2_BAÑO_02	Nivel 02	05_Banos	16.395	8:00 a 22:00	14	20%	2.8
73	P2_ESCALERA_03	Nivel 02	07_Escaleras/Ascensores	22.835	8:00 a 22:00	14	90%	12.6
74	P2_ESCALERA_04	Nivel 02	07_Escaleras/Ascensores	25.635	8:00 a 22:00	14	90%	12.6
75	P2_ESCALERA_05	Nivel 02	07_Escaleras/Ascensores	21.775	8:00 a 22:00	14	90%	12.6
76	P2_SALACLIMA_01	Nivel 02	08_SalasTécnicas	1.68	8:00 a 22:00	14	5%	0.7
77	P2_SALACLIMA_02	Nivel 02	08_SalasTécnicas	2.505	8:00 a 22:00	14	5%	0.7
78	P2_SALACLIMA_03	Nivel 02	08_SalasTécnicas	1.7	8:00 a 22:00	14	5%	0.7
79	P2_SALACLIMA_04	Nivel 02	08_SalasTécnicas	5.64	8:00 a 22:00	14	5%	0.7
80	P2_SALATECNICA_01	Nivel 02	08_SalasTécnicas	14.03	8:00 a 22:00	14	5%	0.7
81	P2_SALATECNICA_02	Nivel 02	08_SalasTécnicas	20.26	8:00 a 22:00	14	5%	0.7
82	P2_SALA_1A-1B	Nivel 02	01_SalasClase	125.18	8:00 a 22:00	14	90%	12.6
83	P2_SALA_ESTUDIO01	Nivel 02	01_SalasClase	21.88	8:00 a 22:00	14	90%	12.6
84	P2_SALA_TIPO2	Nivel 02	01_SalasClase	98.045	8:00 a 22:00	14	90%	12.6
85	P2_SALA_TIPO3	Nivel 02	01_SalasClase	56.855	8:00 a 22:00	14	90%	12.6
86	P2_SALA_TIPO4	Nivel 02	01_SalasClase	55.255	8:00 a 22:00	14	90%	12.6
87	P2_SALA_TIPO5	Nivel 02	01_SalasClase	54.82	8:00 a 22:00	14	90%	12.6
88	P2_SALA_TIPO7	Nivel 02	01_SalasClase	25.465	8:00 a 22:00	14	90%	12.6



DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO

Recinto Edificio FAE								
ID	Recinto	Nivel	Grupo	Superficie [m2]	Horario	Horas Día	% Uso	Horas Efectiva Día
89	P4 ASCENSOR_01	Nivel 04	07_Escaleras/Ascensores	8.59	8:00 a 22:00	14	90%	12.6
90	P4 ASCENSOR_02	Nivel 04	07_Escaleras/Ascensores	8.175	8:00 a 22:00	14	90%	12.6
91	P4 BAÑ_O_01	Nivel 04	05_Banos	34.81	8:00 a 22:00	14	20%	2.8
92	P4 BAÑ_O_02	Nivel 04	05_Banos	18.155	8:00 a 22:00	14	20%	2.8
93	P4 ESCALERA_03	Nivel 04	07_Escaleras/Ascensores	22.835	8:00 a 22:00	14	90%	12.6
94	P4 ESCALERA_04	Nivel 04	07_Escaleras/Ascensores	25.635	8:00 a 22:00	14	90%	12.6
95	P4 ESCALERA_05	Nivel 04	07_Escaleras/Ascensores	21.775	8:00 a 22:00	14	90%	12.6
96	P4 SALACLIMA_01	Nivel 04	08_SalasTécnicas	1.68	8:00 a 22:00	14	5%	0.7
97	P4 SALACLIMA_02	Nivel 04	08_SalasTécnicas	2.505	8:00 a 22:00	14	5%	0.7
98	P4 SALACLIMA_04	Nivel 04	08_SalasTécnicas	5.64	8:00 a 22:00	14	5%	0.7
99	P4 SALATECNICA_01	Nivel 04	08_SalasTécnicas	14.03	8:00 a 22:00	14	5%	0.7
100	P4 SALATECNICA_02	Nivel 04	08_SalasTécnicas	20.26	8:00 a 22:00	14	5%	0.7
101	P4 SALA_1A-1B	Nivel 04	01_SalasClase	125.18	8:00 a 22:00	14	90%	12.6
102	P4 SALA_ESTUDIO07	Nivel 04	01_SalasClase	11.34	8:00 a 22:00	14	90%	12.6
103	P4 SALA_TIPO2	Nivel 04	01_SalasClase	89.77	8:00 a 22:00	14	90%	12.6
104	P4 SALA_TIPO3	Nivel 04	01_SalasClase	56.855	8:00 a 22:00	14	90%	12.6
105	P4 SALA_TIPO4	Nivel 04	01_SalasClase	55.255	8:00 a 22:00	14	90%	12.6
106	P4 SALA_TIPO5	Nivel 04	01_SalasClase	54.82	8:00 a 22:00	14	90%	12.6
107	P4 SALA_TIPO6	Nivel 04	01_SalasClase	55.51	8:00 a 22:00	14	90%	12.6
108	P4 SALA_TIPO7	Nivel 04	01_SalasClase	51.87	8:00 a 22:00	14	90%	12.6
109	P5 ASCENSOR_01	Nivel 05	07_Escaleras/Ascensores	8.585	8:00 a 22:00	14	90%	12.6
110	P5 ASCENSOR_02	Nivel 05	07_Escaleras/Ascensores	8.175	8:00 a 22:00	14	90%	12.6
111	P5 BAÑ_O_01	Nivel 05	05_Banos	34.81	8:00 a 22:00	14	20%	2.8
112	P5 BAÑ_O_02	Nivel 05	05_Banos	18.155	8:00 a 22:00	14	20%	2.8
113	P5 ESCALERA_03	Nivel 05	07_Escaleras/Ascensores	22.835	8:00 a 22:00	14	90%	12.6
114	P5 ESCALERA_04	Nivel 05	07_Escaleras/Ascensores	25.635	8:00 a 22:00	14	90%	12.6
115	P5 ESCALERA_05	Nivel 05	07_Escaleras/Ascensores	21.775	8:00 a 22:00	14	90%	12.6
116	P5 SALACLIMA_03	Nivel 05	08_SalasTécnicas	1.855	8:00 a 22:00	14	5%	0.7
117	P5 SALACLIMA_04	Nivel 05	08_SalasTécnicas	5.64	8:00 a 22:00	14	5%	0.7
118	P5 SALACLIMA_4	Nivel 05	08_SalasTécnicas	1.09	8:00 a 22:00	14	5%	0.7
119	P5 SALATECNICA_01	Nivel 05	08_SalasTécnicas	18.14	8:00 a 22:00	14	5%	0.7
120	P5 SALATECNICA_02	Nivel 05	08_SalasTécnicas	20.26	8:00 a 22:00	14	5%	0.7
121	P5 SALA_ESTUDIO07	Nivel 05	01_SalasClase	11.34	8:00 a 22:00	14	90%	12.6
122	P5 SALA_TIPO2.2	Nivel 05	01_SalasClase	94.795	8:00 a 22:00	14	90%	12.6
123	P5 SALA_TIPO2	Nivel 05	01_SalasClase	88.05	8:00 a 22:00	14	90%	12.6
124	P5 SALA_TIPO3	Nivel 05	01_SalasClase	56.855	8:00 a 22:00	14	90%	12.6
125	P5 SALA_TIPO5	Nivel 05	01_SalasClase	54.82	8:00 a 22:00	14	90%	12.6
126	P5 SALA_TIPO6	Nivel 05	01_SalasClase	55.51	8:00 a 22:00	14	90%	12.6
127	P5 SALA_TIPO7	Nivel 05	01_SalasClase	51.87	8:00 a 22:00	14	90%	12.6
128	P7 ASCENSOR_01	Nivel 07	07_Escaleras/Ascensores	8.585	8:00 a 22:00	14	90%	12.6
129	P7 ASCENSOR_02	Nivel 07	07_Escaleras/Ascensores	8.175	8:00 a 22:00	14	90%	12.6
130	P7 BAÑ_O_01	Nivel 07	05_Banos	20.555	8:00 a 22:00	14	20%	2.8
131	P7 ESCALERA_03	Nivel 07	07_Escaleras/Ascensores	22.835	8:00 a 22:00	14	90%	12.6
132	P7 ESCALERA_04	Nivel 07	07_Escaleras/Ascensores	21.96	8:00 a 22:00	14	90%	12.6
133	P7 ESCALERA_05	Nivel 07	07_Escaleras/Ascensores	11.34	8:00 a 22:00	14	90%	12.6
134	P7 GYM	Nivel 07	03_UsosMúltiples	143.38	8:00 a 22:00	14	90%	12.6
135	P7 SALACLIMA_01	Nivel 07	08_SalasTécnicas	1.295	8:00 a 22:00	14	5%	0.7
136	P7 SALAESTUDIO_01	Nivel 07	01_SalasClase	73.46	8:00 a 22:00	14	90%	12.6
137	P8 ASCENSORES_01	Nivel 08	07_Escaleras/Ascensores	8.25	8:00 a 22:00	14	90%	12.6
138	P8 BAÑ_O_01	Nivel 08	05_Banos	16.115	8:00 a 22:00	14	20%	2.8
139	P8 ESCALERA_03	Nivel 08	07_Escaleras/Ascensores	22.66	8:00 a 22:00	14	90%	12.6
140	P8 ESCALERA_04	Nivel 08	07_Escaleras/Ascensores	22.285	8:00 a 22:00	14	90%	12.6
141	P8 SALACLIMA_01	Nivel 08	08_SalasTécnicas	1.365	8:00 a 22:00	14	5%	0.7
142	P8 SALATECNICA_01	Nivel 08	08_SalasTécnicas	10.29	8:00 a 22:00	14	5%	0.7
143	P8 SALA_AULA01	Nivel 08	01_SalasClase	45.375	8:00 a 22:00	14	90%	12.6
144	P8 SALA_AULA02	Nivel 08	01_SalasClase	40.735	8:00 a 22:00	14	90%	12.6
145	P8 SALA_PROFESOR01	Nivel 08	01_SalasClase	8.345	8:00 a 22:00	14	90%	12.6
146	P8 SALA_PROFESOR02	Nivel 08	01_SalasClase	8.05	8:00 a 22:00	14	90%	12.6
147	P8 SALA_TALLER01	Nivel 08	01_SalasClase	15.27	8:00 a 22:00	14	90%	12.6
148	P8 SALA_TALLER02	Nivel 08	01_SalasClase	19.77	8:00 a 22:00	14	90%	12.6
149	P9 ASCENSORES_01	Nivel 09	07_Escaleras/Ascensores	8.25	8:00 a 22:00	14	90%	12.6
150	P9 BAÑ_O_01	Nivel 09	05_Banos	16.115	8:00 a 22:00	14	20%	2.8
151	P9 ESCALERA_03	Nivel 09	07_Escaleras/Ascensores	22.66	8:00 a 22:00	14	90%	12.6
152	P9 ESCALERA_04	Nivel 09	07_Escaleras/Ascensores	22.285	8:00 a 22:00	14	90%	12.6
153	P9 SALACLIMA_01	Nivel 09	08_SalasTécnicas	1.365	8:00 a 22:00	14	5%	0.7
154	P9 SALATECNICA_01	Nivel 09	08_SalasTécnicas	10.29	8:00 a 22:00	14	5%	0.7
155	P9 SALA_AULA01	Nivel 09	01_SalasClase	45.375	8:00 a 22:00	14	90%	12.6
156	P9 SALA_AULA02#1	Nivel 09	01_SalasClase	40.735	8:00 a 22:00	14	90%	12.6
157	P9 SALA_PROFESOR01	Nivel 09	01_SalasClase	8.345	8:00 a 22:00	14	90%	12.6
158	P9 SALA_PROFESOR02	Nivel 09	01_SalasClase	8.05	8:00 a 22:00	14	90%	12.6
159	P9 SALA_TALLER01	Nivel 09	01_SalasClase	15.27	8:00 a 22:00	14	90%	12.6
160	P9 SALA_TALLER02	Nivel 09	01_SalasClase	19.77	8:00 a 22:00	14	90%	12.6
161	P10 ASCENSORES_01	Nivel 10	07_Escaleras/Ascensores	8.25	8:00 a 22:00	14	90%	12.6
162	P10 BAÑ_O_01	Nivel 10	05_Banos	16.115	8:00 a 22:00	14	20%	2.8
163	P10 ESCALERA_03	Nivel 10	07_Escaleras/Ascensores	22.66	8:00 a 22:00	14	90%	12.6
164	P10 ESCALERA_04	Nivel 10	07_Escaleras/Ascensores	22.285	8:00 a 22:00	14	90%	12.6
165	P10 SALACLIMA_01	Nivel 10	08_SalasTécnicas	1.365	8:00 a 22:00	14	5%	0.7
166	P10 SALATECNICA_01	Nivel 10	08_SalasTécnicas	10.29	8:00 a 22:00	14	5%	0.7
167	P10 SALA_AULA01	Nivel 10	01_SalasClase	45.375	8:00 a 22:00	14	90%	12.6
168	P10 SALA_AULA02	Nivel 10	01_SalasClase	40.735	8:00 a 22:00	14	90%	12.6
169	P10 SALA_PROFESOR01	Nivel 10	01_SalasClase	8.345	8:00 a 22:00	14	90%	12.6
170	P10 SALA_PROFESOR02	Nivel 10	01_SalasClase	8.05	8:00 a 22:00	14	90%	12.6
171	P10 SALA_TALLER01	Nivel 10	01_SalasClase	15.27	8:00 a 22:00	14	90%	12.6
172	P10 SALA_TALLER02	Nivel 10	01_SalasClase	19.77	8:00 a 22:00	14	90%	12.6
173	P11 ASCENSOR_01	Nivel 11	07_Escaleras/Ascensores	8.405	8:00 a 22:00	14	90%	12.6
174	P11 COCINAPROFESORES	Nivel 11	03_UsosMúltiples	9.15	8:00 a 22:00	14	90%	12.6
175	P11 ESCALERA_03	Nivel 11	07_Escaleras/Ascensores	22.67	8:00 a 22:00	14	90%	12.6
176	P11 ESCALERA_04	Nivel 11	07_Escaleras/Ascensores	22.285	8:00 a 22:00	14	90%	12.6
177	P11 SALACALDERASCLIMA	Nivel 11	08_SalasTécnicas	25.545	8:00 a 22:00	14	5%	0.7
178	P11 SALONPROFESORES	Nivel 11	03_UsosMúltiples	57.845	8:00 a 22:00	14	90%	12.6
179	P11 SALONHONOR	Nivel 11	03_UsosMúltiples	58.775	8:00 a 22:00	14	90%	12.6

Con la información recopilada y el recorrido del edificio en terreno, se realizó un catastro de las instalaciones, sus componentes, configuraciones y régimen de uso. Toda esta información recopilada es fundamental para conocer el uso energético del recinto.

El consumo energético se mide en unidades de kWh, que equivale a la potencia (kW) multiplicado por el uso (horas). Por lo tanto, estas son las dos variables más importantes que identificar.

Por norma general se distinguen cinco categorías de sistemas energéticos a evaluar. Estos coinciden con los principales usos energéticos de las instalaciones, donde se identifican puntos clave de información que permitirán robustecer el diagnóstico. Los sistemas energéticos son: Iluminación, climatización, agua caliente sanitaria, envolvente térmica y equipos.

9.2.1.2. Registros de iluminación

Este catastro se realizó en base a la información entregada por planos eléctricos.



Ilustración 2 Modelación 3D edificio FAE, capa Iluminación

Se identificaron 15 tipos de luminarias que se detallan a continuación:

Tabla 4 Identificación de luminarias FAE

Recinto Edificio FAE			
ID	Recinto	Grupo	Qty
1	Aplique Muro Fluorescente 18W	A_iluminacion	17
2	Aplique Muro LED 17W	A_iluminacion	55
3	Downlight 14W	A_iluminacion	716
4	Downlight 14W Emergencia	A_iluminacion	47
5	Downlight 7W	A_iluminacion	210
6	Equipo Colgante 30W LED	A_iluminacion	18
7	Equipo Colgante Circular 66W LED	A_iluminacion	14
8	Equipo LED 31W Indirecto	A_iluminacion	43
9	Highbay 100W LED	A_iluminacion	22
10	Luminaria LED 40W	A_iluminacion	69
11	Luminaria LED 40W Emergencia	A_iluminacion	12
12	Luminaria LED 51W	A_iluminacion	317
13	Luminaria LED 51W Emergencia	A_iluminacion	45
14	Tubo LED 25W	A_iluminacion	346
15	Tubo LED 25W Emergencia	A_iluminacion	84
TOTAL			2015

El 99% del recinto ya cuenta con equipos LED. Solo quedan algunos puntos de iluminación con tecnología fluorescente. A continuación, se estima el uso energético durante un año de funcionamiento.

Tabla 5 Estimación del uso energético por Iluminación FAE

Recinto Edificio FAE							
ID	Recinto	Qty	Potencia [W]	Pot.Total [kW]	Horas Uso Día [HD]	Horas Uso Año [HA]	Energía Uso Año [kWh]
1	Aplique Muro Fluorescente 18W	17	18	0.31	8	1440	440.64
2	Aplique Muro LED 17W	55	17	0.94	8	1440	1346.40
3	Downlight 14W	716	14	10.02	8	1440	14434.56
4	Downlight 14W Emergencia	47	14	0.66	8	1440	947.52
5	Downlight 7W	210	7	1.47	8	1440	2116.80
6	Equipo Colgante 30W LED	18	30	0.54	8	1440	777.60
7	Equipo Colgante Circular 66W LED	14	66	0.92	8	1440	1330.56
8	Equipo LED 31W Indirecto	43	31	1.33	8	1440	1919.52
9	Highbay 100W LED	22	100	2.20	8	1440	3168.00
10	Luminaria LED 40W	69	40	2.76	8	1440	3974.40
11	Luminaria LED 40W Emergencia	12	40	0.48	8	1440	691.20
12	Luminaria LED 51W	317	51	16.17	8	1440	23280.48
13	Luminaria LED 51W Emergencia	45	51	2.30	8	1440	3304.80
14	Tubo LED 25W	346	25	8.65	8	1440	12456.00
15	Tubo LED 25W Emergencia	84	25	2.10	8	1440	3024.00
TOTAL		2015		50.84		21600	73212.48

Considerando un consumo de 73.212 kWh anuales por uso de iluminación y un costo promedio de energía eléctrica de 89 CLP/kWh, se estima un gasto de \$7.321.248 anuales.

9.2.1.3. Registro de climatización

Para este registro se consideró la siguiente distinción de subsistemas: generadores de calor y/o frío, distribución y elementos terminales. Cada uno de estos subsistemas configuran uno de los tres sistemas de clima: VRV a Unidad Interior, VRV a ductos y calefacción por radiadores. A continuación, se presenta el esquema de cada sistema.

A. Subsistema generación de frío y calor

Existen 3 tipos de sistemas de clima, VRV a Unidad Interior, VRV a ductos y calefacción por radiadores. A continuación, se presenta el esquema de cada sistema.

Tabla 6 Tipos de sistema de climatización y características FAE, generación de frío y calor

Tipo de Sistema	Características
Calderas	De condensación a gas natural. Rendimiento entre 105-110%. Funcionan a temperaturas promedio de 70-80°C.
Sistemas eléctricos	Chiller eléctrico de alta potencia
Estufas	No aplica

A.1. Sistema de Climatización VRV-Unidad Interior

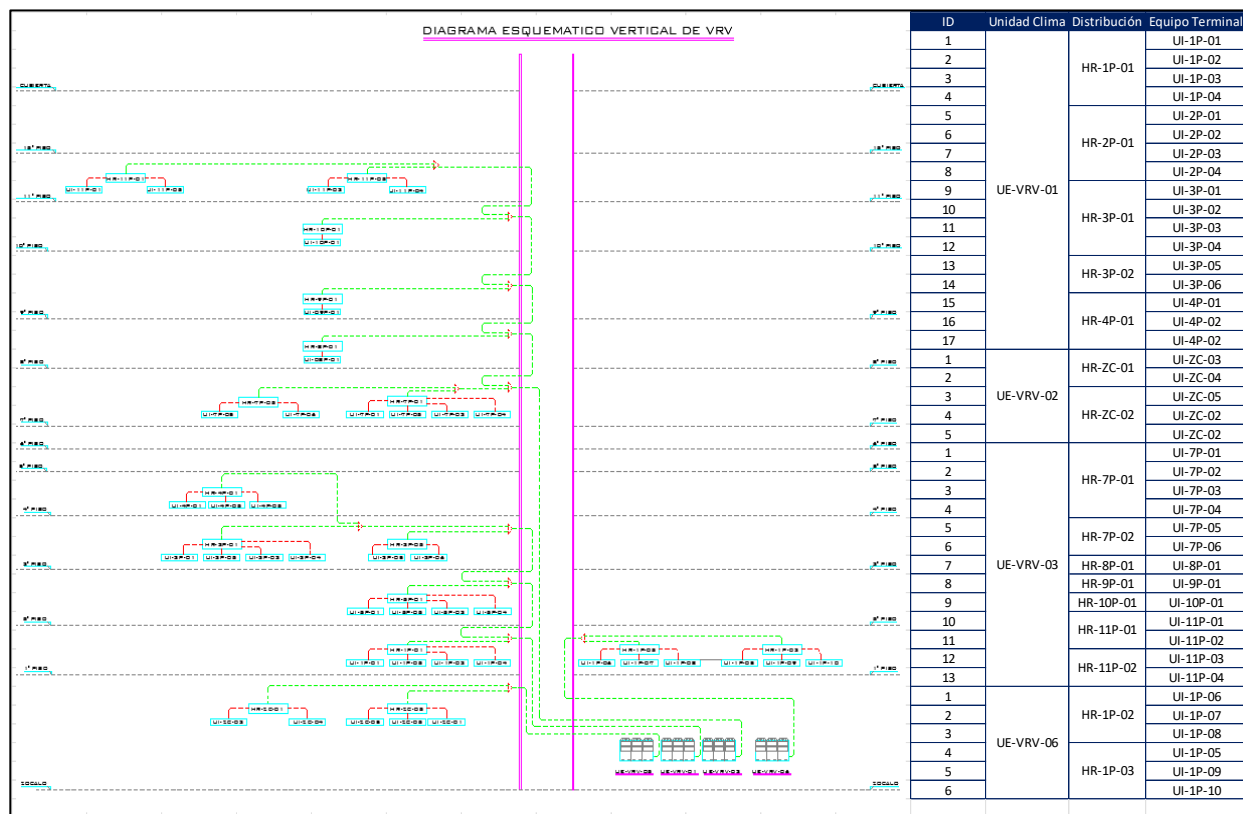


Diagrama 1 Esquema vertical de VRV-Unidad Interior

Tabla 7 Detalle tipos de sistema de climatización y características FAE, generación de frío y calor VRV interior



Características VRV UI	
Designación	UE-VRV-01
Tecnología	Chiller
Recinto	Edificio FAE Zocalo
Unidades	1
Potencia Térmica	167.5kW
COP	2.80
EEP	2.7
Servicio	Frio/Calor
Horario Operación	12 horas
Periodo Uso	Todo el año



Características VRV UI	
Designación	UE-VRV-02
Tecnología	Chiller
Recinto	Edificio FAE Zocalo
Unidades	1
Potencia Térmica	28kW
COP	2.80
EEP	2.7
Servicio	Frio/Calor
Horario Operación	12 horas
Periodo Uso	Todo el año



Características VRV UI	
Designación	UE-VRV-03
Tecnología	Chiller
Recinto	Edificio FAE Zocalo
Unidades	1
Potencia Térmica	167.5kW
COP	2.80
EEP	2.7
Servicio	Frio/Calor
Horario Operación	12 horas
Periodo Uso	Todo el año



Características VRV UI	
Designación	UE-VRV-06
Tecnología	Chiller
Recinto	Edificio FAE Zocalo
Unidades	1
Potencia Térmica	84kW
COP	2.80
EEP	2.7
Servicio	Frio/Calor
Horario Operación	12 horas
Periodo Uso	Todo el año

A.2. Sistema de Climatización VRV-UMA

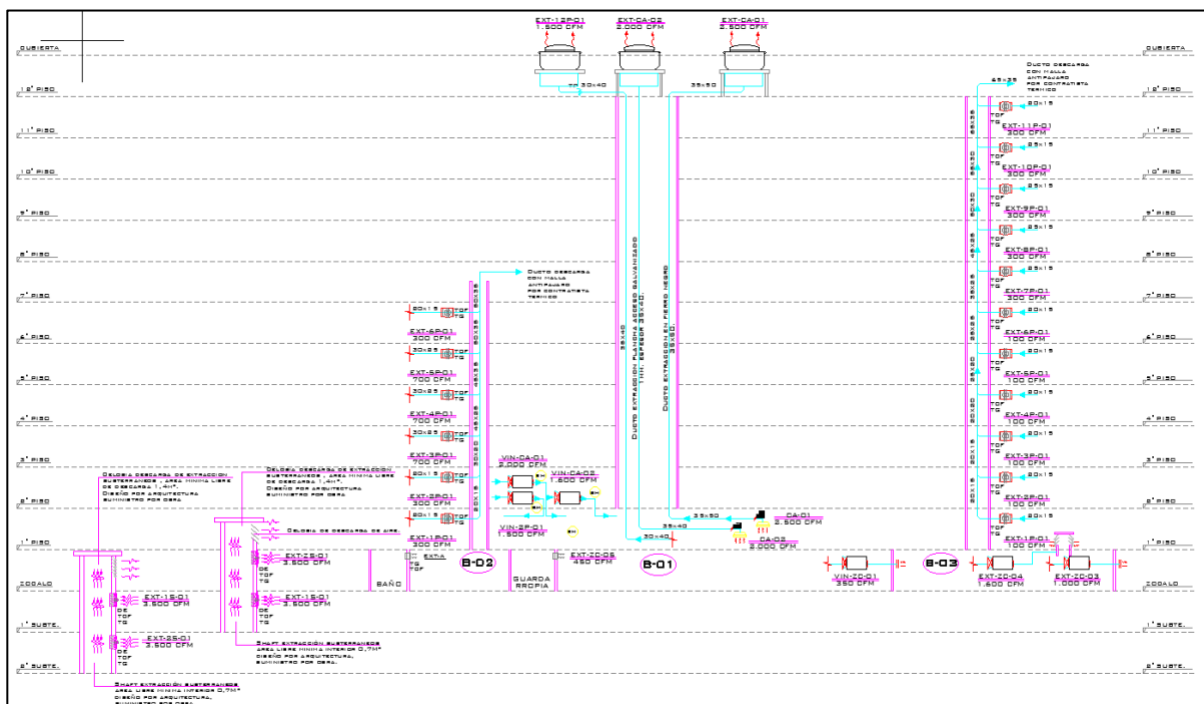


Diagrama 2 Sistema de climatización VRV-UMA. Desde planos As-built

Tabla 8 Detalle tipos de sistema de climatización y características FAE, generación de frío y calor VRV-UMA



Características VRV DUCTOS	
Designación	UE-VRV-07
Tecnología	Chiller
Recinto	Edificio FAE Zocalo
Unidades	1
Potencia Térmica	167.5kW
COP	2.80
EEP	2.7
Servicio	Frio/Calor
Horario Operación	12 horas
Periodo Uso	Todo el año



Características VRV DUCTOS	
Designación	UE-VRV-08
Tecnología	Chiller
Recinto	Edificio FAE Zocalo
Unidades	1
Potencia Térmica	167.5kW
COP	2.80
EEP	2.7
Servicio	Frio/Calor
Horario Operación	12 horas
Periodo Uso	Todo el año



Características VRV DUCTOS	
Designación	UE-VRV-09
Tecnología	Chiller
Recinto	Edificio FAE Zocalo
Unidades	1
Potencia Térmica	167.5kW
COP	2.80
EEP	2.7
Servicio	Frio/Calor
Horario Operación	12 horas
Periodo Uso	Todo el año

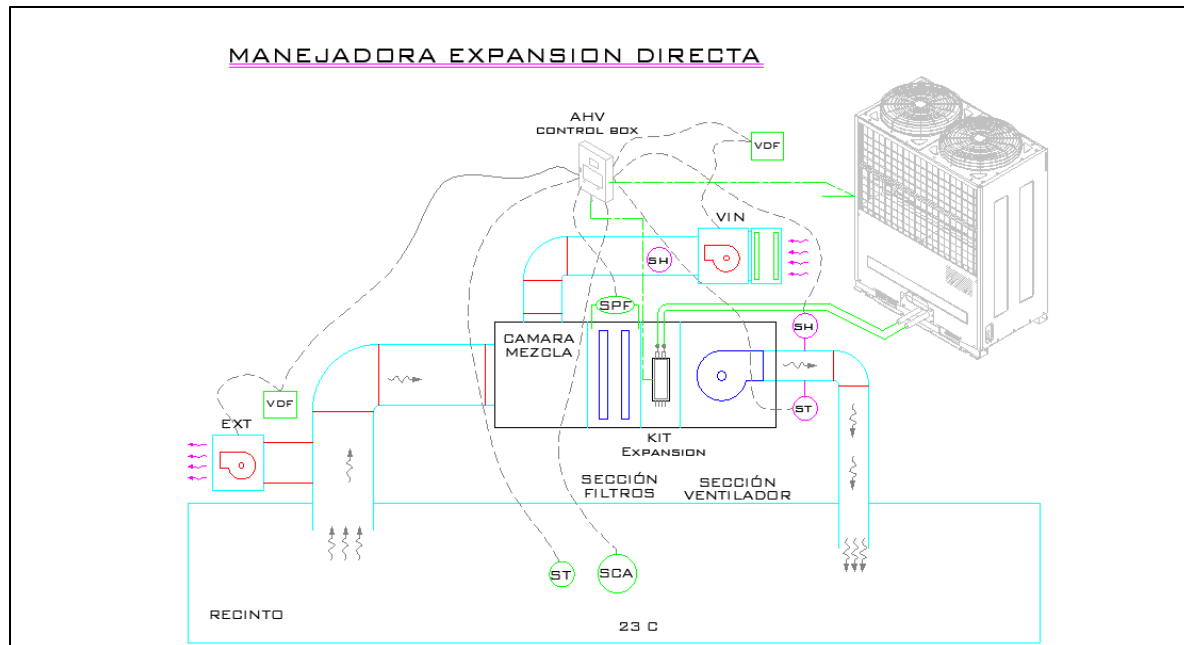


Diagrama 3 Manejadora de expansión directa VRV-UMA. Según planos As-built

A.3. Sistema de Climatización Radiadores y Caldera de Condensación

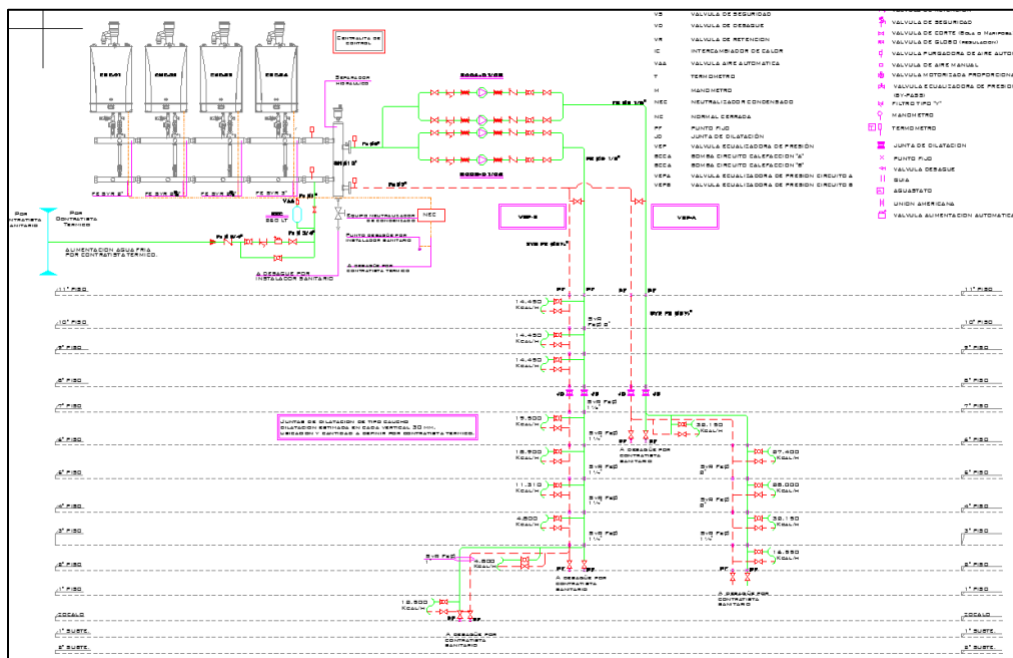


Diagrama 4 Sistema de climatización por radiadores y caldera de condensación FAE

Tabla 9 Detalle tipos de sistema de climatización y características FAE, generación de frío y calor Calderas condensación

	Características Calderas Condensación	
	Designación	Calderas Condensación
	Tecnología	Chiller
	Recinto	Sala Calderas
	Unidades	4
	Potencia Térmica	110.2kW
	Rendimiento	105%
	Combustible	Gas Natural
	Servicio	Calefacción
	Horario Operación	12 horas
	Periodo Uso	Mayo - Agosto

B. Subsistema distribución

El recinto cuenta con sistema de distribución de clima tanto para el caso con Unidad Interior y también con UMA. Estos son los que operan con los sistemas VRV detallados en la sección A.1 y A.2.

La HR es una caja que distribuye los volúmenes térmicos a las distintas unidades interiores fancoil. Por otro lado, la Unidad Manejadora de Aire (UMA) también distribuye sus flujos por ductos de ventilación.

Tabla 10 Detalle subsistema de distribución FAE, HR y UMA

	Características HR Caja de Recuperación	
Designación	HR-XP-XX	
Tecnología	UE-VRV-1/2/3/6	
Recinto	Primer subterráneo	
Unidades	16	
Caudal Aire (CFM)	6.65	
Potenci IN [kW]	3kW	
Potencia Térmica [BTU/h]	115000	
Servicio	Frio/Calor Auditorio	
Tipo VRF	Bomba de calor	
Horario Operación	12 horas	
Periodo de Uso	Todo el año	
Marca	INTERCAL/RHOSS/VTS	
Año instalación	2022	



Características UMA			
Designación	UMA-1S-01	UMA-1S-02	UMA-1S-03
VRV Asociado	UE-VRV-08	UE-VRV-10	UE-VRV-09
Ubicación	Primer Subterráneo		
Caudal Aire (CFM)	6650	5350	6000
Cantidad	1	1	1
Potencia IN [kW]	3kW	3kW	3kW
Potencia Térmica [btu/h]	115000	115000	115000
Servicio	Frio y Calor auditorio	Frio y Calor auditorio	Frio y Calor auditorio
Tipo VRF	Bomba Calor	Bomba Calor	Bomba Calor
Horario Operación	12 horas	12 horas	12 horas
Periodo Uso	Todo el año	Todo el año	Todo el año
Marca	INTERCAL/RHOSS/VTS	INTERCAL/RHOSS/VTS	INTERCAL/RHOSS/VTS
Año Instalación	2022		

C. Subsistema Elementos terminales

En cuanto a sistemas terminales, solo se distinguen las unidades fancoil conectados a los VRV y también los radiadores del sistema de calefacción.

9.2.1.4. Registros de Agua Caliente Sanitaria

El sistema de ACS no está habilitado en el recinto. Este funciona solo en los camarines de auxiliares de aseo y ornato, sin embargo, este no se encontraba disponible al momento de la visita a terreno debido a inundaciones por error de construcción.

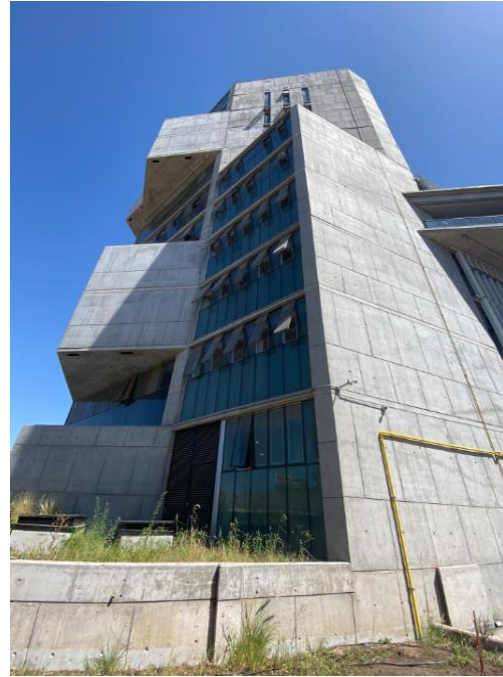
9.2.1.5. Registros de envolvente térmica

Es importante caracterizar la envolvente térmica del edificio considerando principalmente: Material de construcción, aislamiento de muros y cielos, materialidad de marcos de ventana y materialidad del cristal de la ventana.

Tabla 11 Caracterización Envolvente térmica FAE

Tipo de sistema	Características
Materialidad principal del edificio	Hormigón Armado y Fierro
Aislamiento de envolvente térmica	Hormigón Armado y Fierro
Materialidad del marco de ventanas	Aluminio
Tipo de acristalamiento	Simple

Ilustración 3 Registros fotográficos envolvente térmica FAE



9.2.2. FASE 2: CONTABILIDAD ENERGÉTICA

9.2.2.1. Análisis de suministros básicos

- Identificación de fuentes de consumo de energía

Los tipos de energía consumidos por este edificio son electricidad, gas natural y petróleo.

- Electricidad: equipos de clima VRV, equipos de iluminación, equipos electrónicos, equipos de fuerza en general del edificio
- Gas natural: calderas de condensación para calefacción
- Gas licuado: no aplica
- Petróleo: generador eléctrico

- Identificación de consumos energéticos - electricidad

Desde la coordinación del proyecto, el equipo del Área de sostenibilidad gestionó la recopilación de consumos energéticos asociados a cada facultad. Así se determinó que los consumos registrados asociados a FAE corresponden a la siguiente información de cliente Enel:

	
Cliente	: Universidad de Santiago de Chile
RUT	: 60.911.000-7
Dirección Reparto	: Avenida Portales 3392, Estación Central, Santiago
Dirección Comercial	: Avenida Libertadores Bernardo O'Higgins 3363, Estación Central, Santiago
N° Cliente	: 177952-4
Subestación	: San Jose
Potencia conectada	: 2000 kW
Tarifa	: AT3 PPP AREA 1 A (a)
N° Medidor 01	: 519092
N° Medidor 02	: 519092R

Ilustración 4: Información cliente electricidad FAE

Durante el año calendario 2022, se registró un consumo de 4.370.199 kWh, un peak de potencia leída de 1.595 kW y un gasto neto de \$389.268.057 (Gráfico 1 y 2).

Es importante señalar que luego del análisis de la información y de la visita técnica, se identificó que este consumo incluye a más edificios aparte de la FAE. Dada la información actual, no se logró definir el alcance de este consumo.

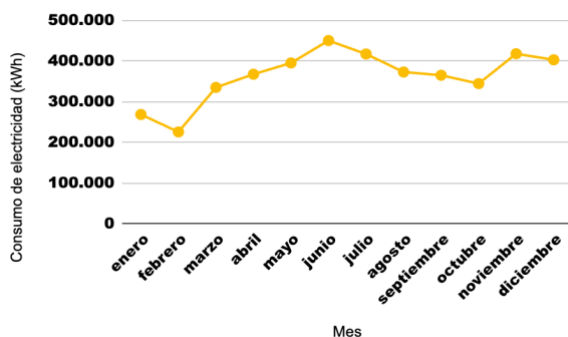


Gráfico 1 Consumo de electricidad por mes. Facultad de Administración y Economía, 2022

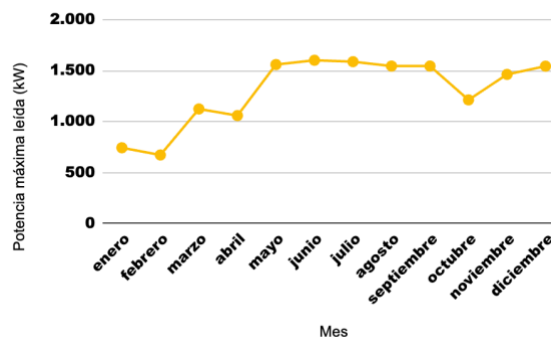


Gráfico 2 Potencia máxima leída por mes. Facultad de Administración y Economía, 2022

Se puede ver que el aumento en el consumo se da en los meses más fríos, lo que indica un posible aumento por concepto de calefacción. Este mismo comportamiento se puede ver en el registro de potencia máxima leída. Podemos ver también un aumento en noviembre y diciembre, lo cual podría indicar un aumento de la climatización en estos meses.

- Identificación de consumos energéticos – gas natural

Desde la coordinación del proyecto, el equipo del Área de sostenibilidad gestionó la recopilación de consumos energéticos asociados a cada facultad. Así se determinó que los consumos registrados son del siguiente cliente Metrogas:

METROGAS®

Cliente	: Universidad de Santiago de Chile
RUT	: 60.911.000-7
Dirección Reparto	: Av. Portales 3392, Estación Central, Santiago
Dirección Comercial	: Av. Breton 3320, Estación Central, Santiago
N° Cliente	: 901732460
Tarifa	: No Indica
N° Medidor 01	: No Indica

Ilustración 5 Información cliente gas natural FAE

Durante el año calendario 2022 se registró un consumo de 32.972 m³ de gas natural, 356.097 kWh en términos energéticos, equivalente a un gasto anual neto de \$39.108.462. Este consumo tiene una tendencia marcada que se puede observar en el gráfico anterior, la cual es clásica a las curvas características de consumo de energía por calefacción ambiente con un mayor consumo en los meses más fríos. (Gráfico 3)

Es importante señalar que luego del análisis de la información y de la visita técnica, se identificó que este consumo incluye a más edificios aparte de la FAE. Dada la información actual, no se logró definir el alcance de este consumo.

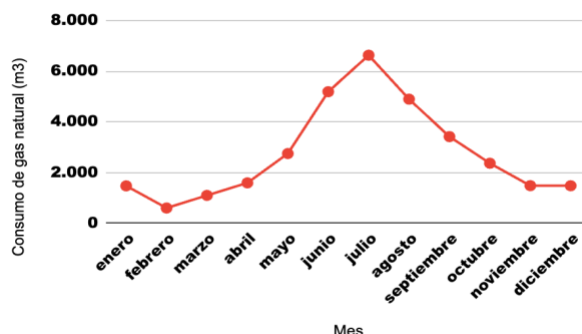


Gráfico 3 Consumo de gas natural por mes. Facultad de Administración y Economía, 2022

- Identificación de consumos energéticos – Gas Licuado

Desde la coordinación del proyecto, el equipo del Área de sostenibilidad gestionó la recopilación de consumos energéticos asociados a cada facultad. No se tiene registro del consumo de gas licuado.

- Identificación de consumos energéticos – Petróleo

Desde la coordinación del proyecto, el equipo del Área de sostenibilidad gestionó la recopilación de consumos energéticos asociados a cada facultad. No se tiene registro del consumo de petróleo.

- Gasto anual por energía eléctrica, gas natural y agua

Si bien se determinó que la información entregada contempla un consumo que va más allá de los límites de la FAE, se puede apreciar un gasto total anual por concepto de agua, energía eléctrica y gas natural de \$436.900.070.

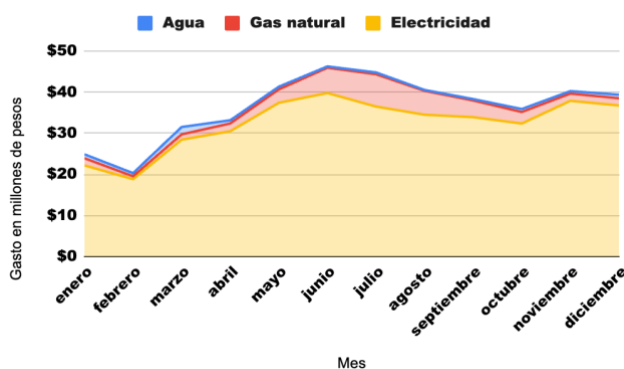


Gráfico 4: Gasto por consumo de electricidad, gas natural y agua. Facultad de Administración y Economía, 2022



9.2.2.2. Balance energético por suministro

No se puede obtener información relevante

9.2.2.3. Balance energético por usos de sus fuentes de energía

No se puede obtener información relevante

9.2.2.4. Balance energético por usos totales

No se puede obtener información relevante

9.2.2.5. Establecimiento de línea base

El nivel de información obtenida para este informe no permite establecer el año 2022 como año base de comparación para próximos diagnósticos. No se puede obtener información relevante ni robusta que se pueda sustentar en información certera

9.2.3. FASE 3: MEDIDAS DE MEJORA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA

La identificación de oportunidad de mejora de eficiencia y gestión energética es la última fase de un diagnóstico energético. Estas oportunidades se identifican como Medida de Mejora de Eficiencia Energética (MME), que son un conjunto de acciones que permiten:

- Disminuir el consumo de energía reduciendo usos innecesarios
- Optimizar la relación entre la cantidad de energía y los productos/servicios obtenidos
- Identificar relación costos-eficiencia, para priorizar la implementación de medidas que consigan los mayores ahorros y el menor gasto de inversión

De forma general las MME se pueden clasificar de tres maneras, que se relacionan directamente a los montos de inversión requeridos de manera comparativa.

Tabla 12 Clasificación de montos de inversión para las MME

RECAMBIO TECNOLÓGICO	+++
MEDIDA DE GESTIÓN	++
ADOPCIÓN DE HABITOS DE USO RESPONSABLE	+



Considerando el monto de inversión y el ahorro económico del desempeño energético, se calcula el Periodo de Retorno Simple (PRS) con el que podremos comprar de manera objetiva las medidas entre ellas.

A continuación, se presentan las Medidas de Mejora de Eficiencia Energética para las diferentes.

Tabla 13 MMEE por categoría con descripción, tipo y nivel de inversión

Categoría	Descripción de MMEEE	Tipo	Nivel de inversión
Equipos	Sustituir computadores fijos por notebook	RT	+++
	Sustituir pantallas por tipo LED LCD	RT	+++
	Instalar circuitos de enchufe con desconexión por horario	RT	+++
	Instaurar política de compra de equipos con requisitos de eficiencia	MG	++
	Apagar equipos por no uso	AH	+
Climatización	Programa de mantención y limpieza de equipos de clima	MG	++
	Campaña de uso eficiente de equipos de clima	AH	+
	Cápsula educativa de cómo evitar pérdidas de climatización	AH	+
ACS	Sistema solar térmico presurizado con estanque de 300 litros	RT	+++
	Recambio de termoeléctrico por bomba de calor sanitaria 300 litros	RT	+++
	Regular temperatura de seteo de uso de ACS	MG	++
	Aislación de cañerías de ACS	MG	++
	Cápsula educativa de cómo utilizar de forma eficiente ACS	AH	+
Edificación	Instalación de cortinas de aire, puertas giratorias y cortinas blackuot	RT	+++
	Instalación de burletes en puertas y ventanas	RT	+++
	Aislación térmica de fachadas y azoteas	RT	+++
	Revisión exhaustiva de grietas	MG	++
	Programa de mantención y gestión de Edificación	MG	++
	Actualización de tableros eléctricos y planos	MG	++
Iluminación	Instalación planta solar fotovoltaica en base a requerimiento energético y espacio disponible	RT	+++
	Actualización o unificación de luminarias existentes	RT	+++
	Seccionar los puntos de iluminación dentro de cada sala	MG	++
	Programa de mantención y limpieza de luminarias	MG	++
	Monitoreo en tiempo real de los circuitos eléctricos de iluminación	MG	++
	Instalación de temporizador y detectores de movimiento en zonas de paso	MG	++
	Instalación de fotocelda para encendido según nivel de iluminación natural	MG	++
	Incorporar domótica para control centralizado de iluminación	MG	++
	Cápsula educativa cómo sacar mejor provecho a la luz natural	AH	+
	Campañas de uso responsable de iluminación	AH	+

9.3. RESULTADOS FACULTAD TECNOLÓGICA (FACTEC)

9.3.1. FASE 1: LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN

9.3.1.1. *Información de las instalaciones*

La Facultad Tecnológica de la Universidad de Santiago de Chile, en adelante FACTEC, tiene su origen en 1969, cuando el Consejo Superior de la Universidad Técnica del Estado crea carreras tecnológicas destinadas a formar profesionales de mando medio, cuya demanda era apremiante en el ámbito industrial y de servicios de la época. En junio de 1994 ocurre una transformación, con la misma infraestructura que vemos hoy, nace la nueva Facultad Tecnológica. En la actualidad, la Facultad se proyecta, nacional e internacionalmente, como una unidad académica, reconocida por su liderazgo en la generación, desarrollo, aplicación, innovación y transmisión en el conocimiento tecnológico. Al mismo tiempo, se identifica completamente con los valores, raíces y esencia de la Universidad de Santiago de Chile. Las principales preocupaciones, basadas en la docencia, investigación y transferencia tecnológica, corresponden a la contribución a satisfacer las necesidades de la sociedad en el ámbito de su quehacer.

Desarrolla y aplica tecnología vinculada estrechamente al medio productivo y social del país, mediante un trabajo académico interdisciplinario centrado en la formación de profesionales de orden táctico como lo es el Tecnólogo en sus ocho menciones: Administración de Personal, Alimentos, Automatización Industrial, Control Industrial, Construcciones, Diseño Industrial, Mantenimiento Industrial y Telecomunicaciones. Además, complementa su oferta académica, con las carreras de Ingeniería de Alimentos, Ingeniería en Agronegocios, Publicidad y la Licenciatura en Organización y Gestión Tecnológica. Desde el punto de vista estructural, la Facultad se sustenta en cinco unidades académicas: (1) Departamento de Ciencia y Tecnología de los Alimentos (DECYTAL), (2) Departamento de Tecnologías de Gestión, (3) Departamento de Tecnologías Industriales, (4) Departamento de Gestión Agraria y el (5) Departamento de Publicidad e Imagen.

En términos territoriales, FACTEC está emplazado en un edificio ubicado en la zona Nor-Poniente de la universidad. Es un edificio que data del año 1995 según su placa memorial en la entrada de este. Es un edificio de construcción Clase B, con estructura soportante de hormigón armado o con estructura mixta de acero con hormigón armado. Además, entrepiso de losas de hormigón armado.

El edificio tiene contruidos 2.800 m² en el primer piso y 2.422 m² en el segundo piso. Con un total de 5.222 m² contruidos sin considerar espacios abiertos como patios, estacionamiento ni espacios de vegetación exterior.

De esta superficie se pueden identificar distintas zonas de ocupación, las cuales fueron representadas en un modelo 3D que permite poblar con información relevante de espacio y componentes. A continuación, se presenta una imagen del modelo para cada piso del edificio y su resumen tabulado:

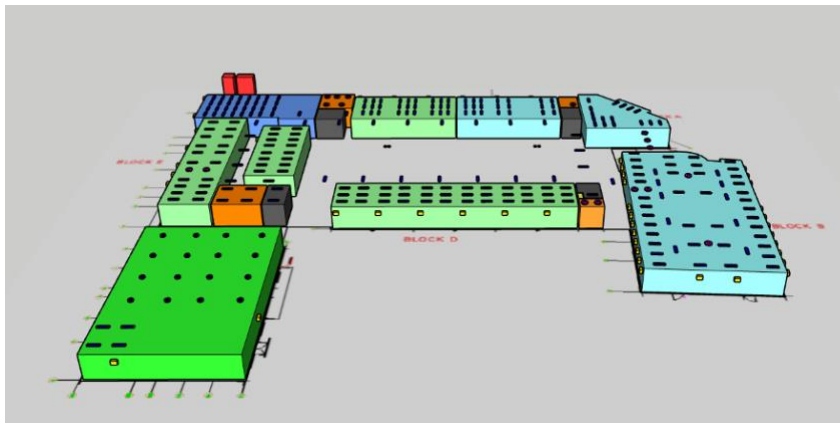


Ilustración 6 Modelación 3D edificio FACTEC Piso 1°

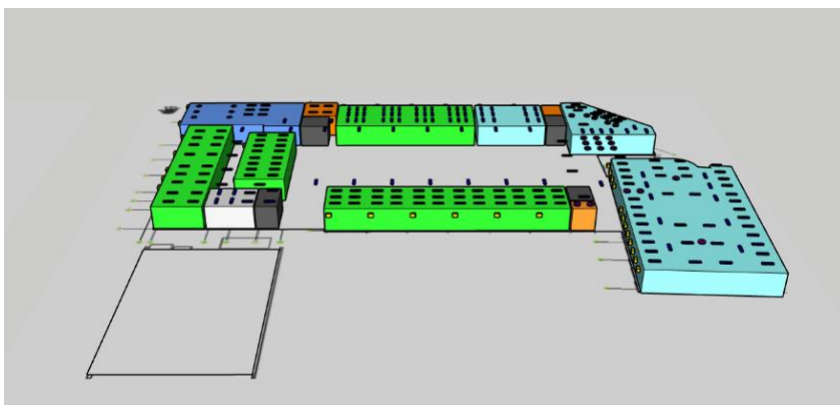


Ilustración 7 Modelación 3D edificio FACTEC Piso 2°

Tabla 14 Recintos del edificio FACTEC, superficie y régimen de uso

Recintos Edificio FACTEC							
Recinto	Nivel	Grupo	Superficie (m ²)	Horario	Horas Día	Porcentaje Uso	Horas Uso Efectiva
P1_Administracion_01	Nivel 1	04_Oficinas	113	8:00 - 18:00	10	90%	9
P1_Administracion_02	Nivel 1	04_Oficinas	101	8:00 - 18:00	10	90%	9
P1_Administracion_03	Nivel 1	04_Oficinas	420	8:00 - 18:00	10	90%	9
P1_Banos_01	Nivel 1	05_Baños	10	8:00 - 18:00	10	20%	2
P1_Banos_02	Nivel 1	05_Baños	24	8:00 - 18:00	10	20%	2
P1_Banos_03	Nivel 1	05_Baños	28	8:00 - 18:00	10	20%	2
P1_Banos_04	Nivel 1	05_Baños	6	8:00 - 18:00	10	20%	2
P2_Biblioteca	Nivel 1	03_Usos Múltiples	140	8:00 - 18:00	10	90%	9
P1_Biblioteca	Nivel 1	03_Usos Múltiples	140	8:00 - 18:00	10	90%	9
P1_Escaleras_01	Nivel 1	07_Escaleras/Accesos	10	8:00 - 18:00	10	90%	9
P1_Escaleras_02	Nivel 1	07_Escaleras/Accesos	11	8:00 - 18:00	10	90%	9
P1_Escaleras_03	Nivel 1	07_Escaleras/Accesos	13	8:00 - 18:00	10	90%	9
P1_Escaleras_04	Nivel 1	07_Escaleras/Accesos	14	8:00 - 18:00	10	90%	9
P1_Laboratorios_01	Nivel 1	02_Laboratorios	174	8:00 - 18:00	10	80%	8
P1_Laboratorios_02	Nivel 1	02_Laboratorios	113	8:00 - 18:00	10	80%	8
P1_Laboratorios_03	Nivel 1	02_Laboratorios	93	8:00 - 18:00	10	80%	8
P1_Laboratorios_04	Nivel 1	02_Laboratorios	151	8:00 - 18:00	10	80%	8
P1_Sala Alimentos	Nivel 1	01_SalasClase	367	8:00 - 18:00	10	90%	9
P1_SalaElectrica_01	Nivel 1	08_SalaTécnica	1	8:00 - 18:00	10	5%	0.5
P2_Administracion_02	Nivel 1	04_Oficinas	97	8:00 - 18:00	10	90%	9
P2_Administracion_SalasyOficinas	Nivel 2	04_Oficinas	420	8:00 - 18:00	10	90%	9
P2_Auxiliares	Nivel 2	06_Bodegas	28	8:00 - 18:00	10	50%	5
P2_Banos_01	Nivel 2	05_Baños	10	8:00 - 18:00	10	20%	2
P2_Banos_02	Nivel 2	05_Baños	24	8:00 - 18:00	10	20%	2
P2_Banos_04	Nivel 2	05_Baños	6	8:00 - 18:00	10	20%	2
P2_Escaleras_01	Nivel 2	07_Escaleras/Accesos	11	8:00 - 18:00	10	90%	9
P2_Escaleras_02	Nivel 2	07_Escaleras/Accesos	11	8:00 - 18:00	10	90%	9
P2_Escaleras_03	Nivel 2	07_Escaleras/Accesos	13	8:00 - 18:00	10	90%	9
P2_Escaleras_04	Nivel 2	07_Escaleras/Accesos	14	8:00 - 18:00	10	90%	9
P2_Laboratorios_01	Nivel 2	01_SalasClase	174	8:00 - 18:00	10	80%	8
P2_Laboratorios_03	Nivel 2	01_SalasClase	93	8:00 - 18:00	10	80%	8
P2_Laboratorios_04	Nivel 2	01_SalasClase	151	8:00 - 18:00	10	80%	8
P2_SalaClases_01	Nivel 2	01_SalasClase	151	8:00 - 18:00	10	80%	8
P2_Sala_Computacion	Nivel 2	04_Oficinas	74	8:00 - 18:00	10	80%	8

Con la información recopilada y el recorrido del edificio en terreno, se realizó un catastro de las instalaciones, sus componentes, configuraciones y régimen de uso. Toda esta información recopilada es fundamental para conocer el uso energético del recinto.

El consumo energético se mide en unidades de kWh, que equivale a la potencia (kW) multiplicado por el uso (horas). Por lo tanto, estas son las dos variables más importantes que identificar.

Por norma general se distinguen cinco categorías de sistemas energéticos a evaluar. Estos coinciden con los principales usos energéticos de las instalaciones, donde se identifican puntos clave de información que permitirán robustecer el diagnóstico. Los sistemas energéticos son: Iluminación, climatización, agua caliente sanitaria, envolvente térmica y equipos.

9.3.1.2. Registros de Iluminación

Este catastro se realizó en base a la información entregada por planos eléctricos y corroboración en terreno. A continuación, se presente el posicionamiento de los puntos de iluminación representados en el modelo 3D.

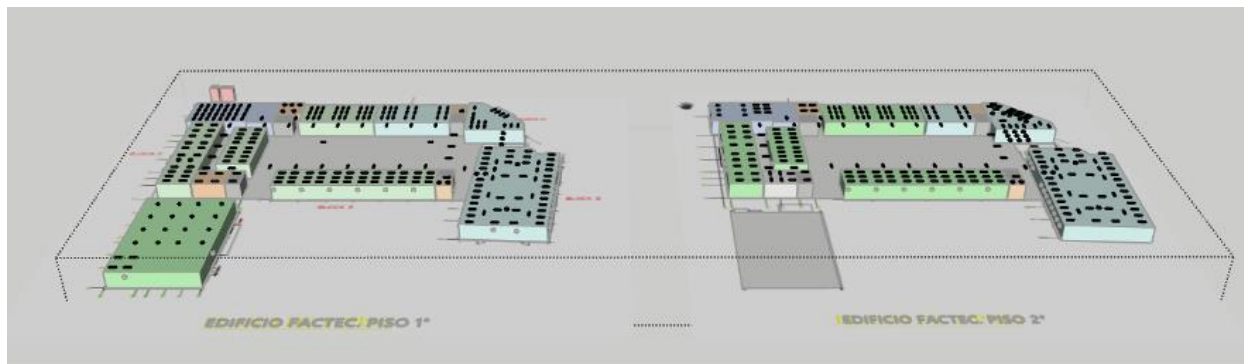


Ilustración 8 Modelación 3D edificio FACTEC, capa Iluminación

Se identificaron 4 tipos de luminarias:

- a) Tubo LED 1200mm 18W: 984 unidades
- b) Downlight LED 18cm 18W: 16 unidades
- c) Proyector de área LED 100W: 8 unidades
- d) Campanas Highbay LED 100W: 44 unidades

El 95% del recinto ya tiene tecnología LED en sus luminarias existentes. Solo quedan algunos puntos con iluminación incandescente de baja eficiencia. A continuación, se presenta la tabla resumen que estima además el consumo energético solo por uso de iluminación.

Tabla 15 Estimación del uso energético por Iluminación FACTEC

Uso Energético Iluminación									
Recinto	Grupo	Qty	Potencia Unitaria (W)	FP(%)	Potencia Total (W)	Horas Uso Efectiva Día [HD]	Horas Uso Efectiva Año [HA]	Energía Año [kWh]	
2x Tubo LED 18W	Luminarias	492	36	0%	17712	9	1620	28693	
Proyector de área LED 100W	Luminarias	8	100	0%	800	5	900	720	
Downlight LED 18cm 18W	Luminarias	16	18	0%	288	8	1440	415	
Campanas Highbay LED 100W	Luminarias	44	100	0%	4400	9	1620	7128	
TOTAL								36956	

Considerando un consumo de 36.956 kWh anuales y un costo promedio de energía eléctrica de 89 CLP/kWh, se estima un gasto de \$3.289.084 anuales.

9.3.1.3. Registros de climatización

Para este registro, se consideró la siguiente distinción de subsistemas: generadores de calor y/o frío, distribución y elementos terminales. A continuación, se presenta una serie de tablas con el análisis de este registro.

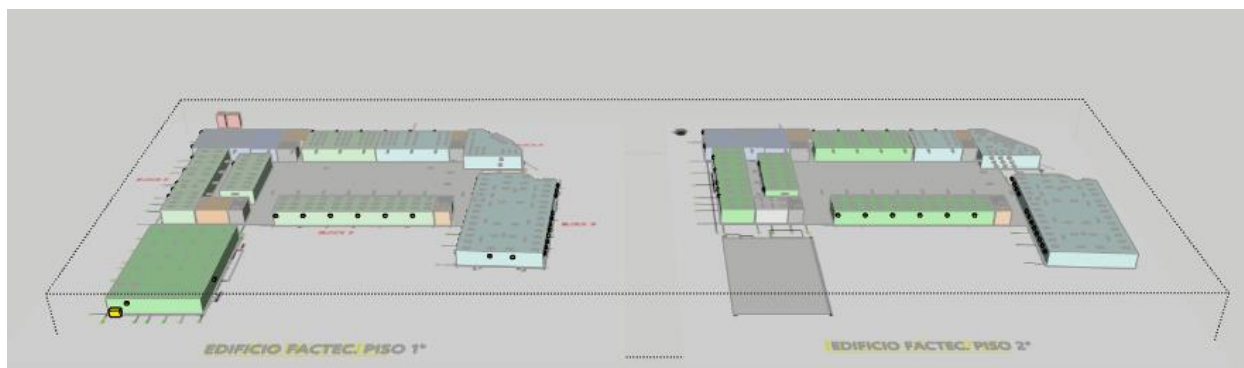


Ilustración 9 Modelación 3D edificio FACTEC, capa climatización

A. Subsistema generación de calor

Se identificaron solo equipos de aire acondicionado durante visita a terreno. Se desconoce la utilización de otros equipos, sin embargo, en los meses de invierno se utilizan variadas estufas eléctricas de resistencia.

Se considera, además, una caldera de GLP que entrega vapor a procesos de calentamiento de alimentos. Si bien no constituye un sistema de climatización de espacios, si se utiliza en un proceso térmico importante de consumo significativo.

Tabla 16 Tipos de sistema de climatización y características, generación de calor

Tipo de sistema	Características	
Calderas	Convencional. Rendimiento entre un 80-85%. Funcionan a altas temperaturas, utilizada para obtención de vapor utilizado en procesos de estudio de alimentos	
Sistemas eléctricos	Equipos Aire Acondicionado tipo Split	Estufas de resistencia eléctrica
Estufas	No aplica	



Caracterización Calderas Vapor

Designación	Caldera 1
Tecnología	Convencional
Recinto	Sala Alimentos
Nº Unidades	1
Marca	Un-Way
Potencia Térmica	400-635 kW
Rendimiento	80%
Quemador	Modulante
Combustible	GLP
Servicio	Generación vapor
Horario operación	8 horas día
Periodo Uso	Todo el año

Caracterización Equipo Split	
Designación	Split Muro Inverter
Tecnología	Aire Acondicionado
Recinto	Salas
Nº Unidades	100
Marca	Varios
Potencia Térmica	12.000 BTU On-off
Rendimiento	EER 3.21 / COP 3.41
Funcionamiento	6 horas
Período	Mayo - Septiembre

Caracterización Equipo Estufa	
Designación	Calefactor
Tecnología	Conducción
Recinto	Oficinas
Nº Unidades	10
Marca	Varios
Potencia Térmica	2.000 W
Rendimiento	100%
Funcionamiento	6 horas
Período	Mayo - Septiembre

B. Subsistema generación de frío

Se identificaron solo equipos de aire acondicionado. No se utilizan otros equipos de generación de frío.

Tabla 17 Tipos de sistema de climatización y características, generación de frío

Tipo de sistema	Características
Chiller	No aplica
Bomba de Calor	Equipos Aire Acondicionado tipo Split

Caracterización Equipo Split	
Designación	Split Muro Inverter
Tecnología	Aire Acondicionado
Recinto	Salas
Nº Unidades	100
Marca	Varios
Potencia Térmica	12.000 BTU
Rendimiento	EER 3.21 / COP 3.41
Funcionamiento	6 horas
Período	Octubre - Abril



Ilustración 10 Registro fotográficos del sistema de climatización FCTEC

C. Subsistema distribución

El recinto no cuenta con sistema de distribución de clima. Solo utiliza equipos por sala/oficina tipo Split muro. No se utilizan sistema centralizados ni ductos de clima.

D. Subsistema Elementos terminales

En cuanto a sistemas terminales, solo se distinguen las unidades fancoil de los equipos de aire acondicionado Split Muro mencionados anteriormente.

9.3.1.4. Registros de Agua Caliente Sanitaria

El sistema de Agua Caliente Sanitario (ACS) es el encargado de calentar agua y distribuirla en usos de duchas, lavamanos u otros. Los sistemas de ACS pueden formar parte del sistema de calefacción o tener un sistema autónomo. Para este caso se consideran sistemas autónomos para usos particulares en lavamanos.

Tabla 18 Caracterización Equipo Agua Caliente Sanitaria

Caracterización Equipo ACS	
Designación	Termo Eléctrico
Tecnología	Resistencia eléctrica
Recinto	Sala Alimentos
Nº Unidades	1
Marca	Rheem
Potencia Térmica	2000 W / 200 L
Rendimiento	100%
Funcionamiento	2 horas día
Período	Todo el año



9.3.1.5. Registros de envolvente térmica

Es importante caracterizar la envolvente térmica del edificio considerando principalmente: Material de construcción, aislamiento de muros y cielos, materialidad de marcos de ventana y materialidad del cristal de la ventana.

Tabla 19 Caracterización Envolvente térmica FACTEC

Tipo de sistema	Características
Materialidad principal del edificio	Hormigón Armado y Fierro
Aislamiento de envolvente térmica	Hormigón Armado y Fierro
Materialidad del marco de ventanas	Aluminio
Tipo de acristalamiento	Simple

Ilustración 11 Registros fotográficos envolvente térmica FACTEC



9.3.2. FASE 2: CONTABILIDAD ENERGÉTICA

9.3.2.1. Análisis de suministros básicos

- Identificación de fuentes de consumo de energía

Los tipos de energía consumidos por este edificio son electricidad, gas natural y petróleo.

- Electricidad: equipos de iluminación, equipos electrónicos, equipos de fuerza en general del edificio
- Gas natural: calderas de condensación para calefacción
- Gas licuado: sin registro
- Petróleo: generador eléctrico

- Identificación de consumos energéticos - electricidad

Desde la coordinación del proyecto, el equipo del Área de sostenibilidad gestionó la recopilación de consumos energéticos asociados a cada facultad. Así se determinó que los consumos registrados por la empresa Enel Distribución corresponden al siguiente cliente:



Cliente	: Universidad de Santiago de Chile
RUT	: 60.911.000-7
Dirección Reparto	: Av. Ecuador 3593-A, Estación Central, Santiago
Dirección Comercial	: Av. Ecuador 3555, Estación Central, Santiago
N° Cliente	: 177960-5
Subestación	: Lo Valledor
Potencia conectada	: 900 kW
Tarifa	: AT3 PPP AREA 1 A (a)
N° Medidor 01	: 519191
N° Medidor 02	: 0000519191R

Ilustración 12. Detalle de identificación de cliente Enel Distribución

Durante el año calendario 2022, se registró un consumo de 982.420 kWh, un peak de potencia leída de 444 kW y un gasto neto de \$87.254.876. Es importante señalar que luego del análisis de la información y de la visita técnica, se identificó que este consumo incluye a más edificios aparte del edificio FACTEC. Dada la información actual, no se logró definir el alcance de este consumo.

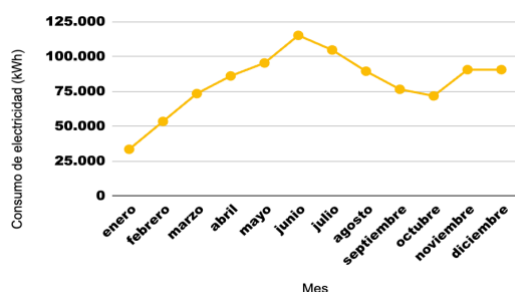


Gráfico 5 Consumo de electricidad por mes. Facultad Tecnológica, 2022

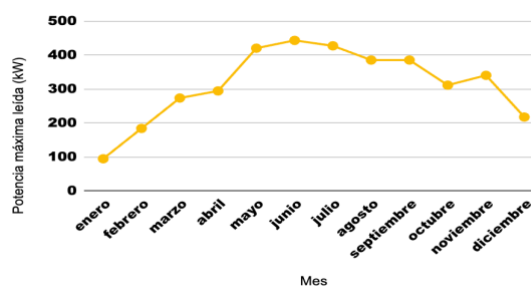


Gráfico 6 Potencia máxima leída por mes. Facultad Tecnológica, 2022

En los Gráficos anteriores se puede observar aumento de consumo en los meses más fríos, lo que indica un posible aumento por concepto de calefacción. Este mismo comportamiento se puede observar en el registro de potencia. Podemos ver también un aumento en noviembre y diciembre, lo cual podría indicar un aumento de la climatización en estos meses.

Sin embargo, el registro de este consumo no es único para el edificio en estudio. Incluso, se desconoce cuáles son todos los edificios y recintos que son alimentados desde el mismo medidor del cual se obtuvo este registro. Esto marca un precedente, ya que, para futuros análisis, se debe tener un registro exclusivo de los edificios que se desean analizar.

- **Identificación de consumos energéticos – Gas Natural**

Desde la coordinación del proyecto, el equipo del Área de sostenibilidad gestionó la recopilación de consumos energéticos asociados a cada facultad. Así se determinó que los consumos registrados por la empresa Metrogas corresponden al siguiente cliente:

METROGAS®

Cliente	: Universidad de Santiago de Chile
RUT	: 60.911.000-7
Dirección Reparto	: Av. Ecuador 3769, Estación Central, Santiago
Dirección Comercial	: Av. Ecuador 3769, Estación Central, Santiago
N° Cliente	: 753021507
Tarifa	: BC.01
N° Medidor 01	: No Indica

Ilustración 13. Detalle identificación de cliente Metrogas

Durante el año calendario 2022 se registró un consumo de 386 m³ de gas natural, 4.169 kWh en términos energéticos y equivalente a un gasto anual neto de \$425.070. Este consumo no permite reconocer tendencia.

Es importante señalar que luego del análisis de la información y de la visita técnica, se identificó que este consumo incluye solamente al edificio FACTEC. El consumo es primordialmente uso en laboratorios de la facultad.

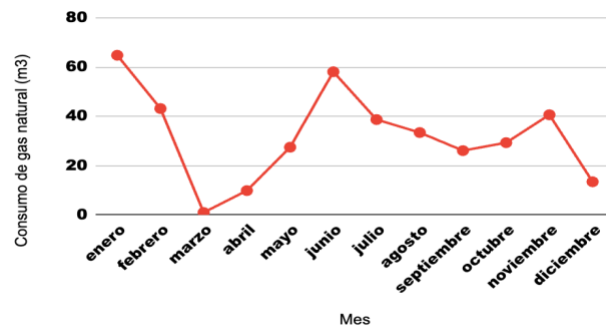


Gráfico 7 Consumo de gas natural por mes. Facultad Tecnológica, 2022

- Identificación de consumos energéticos – Gas Licuado

Desde la coordinación del proyecto, el equipo del Área de sostenibilidad gestionó la recopilación de consumos energéticos asociados a cada facultad. No se tiene registro del consumo de gas licuado.

- Identificación de consumos energéticos – Petróleo

Desde la coordinación del proyecto, el equipo del Área de sostenibilidad gestionó la recopilación de consumos energéticos asociados a cada facultad. No se tiene registro del consumo de petróleo.

- Gasto anual por energía eléctrica, gas natural y agua

Si bien se determinó que la información entregada contempla un consumo que va más allá de los límites de FACTEC, se puede apreciar un gasto total anual por concepto de agua, energía eléctrica y gas natural de \$92.955.194.

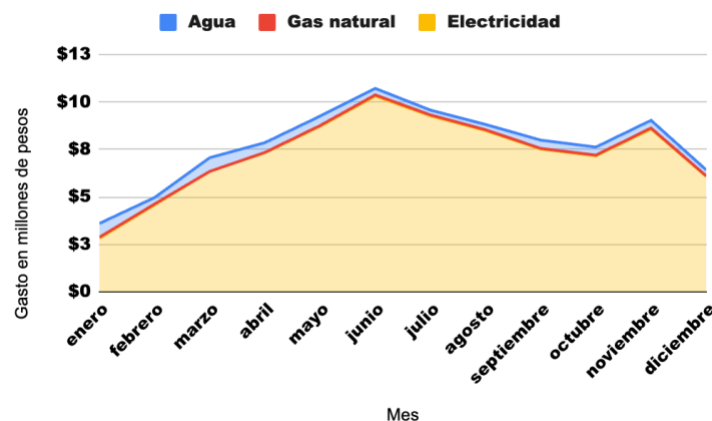


Gráfico 8 Gasto por consumo de electricidad, gas natural y agua. Facultad Tecnológica, 2022



Del gráfico anterior se puede observar que el mayor gasto energético en términos económicos es en consumo eléctrico.

9.3.2.2. Balance energético por suministro

No se puede obtener información relevante

9.3.2.3. Balance energético por usos de fuente de energía

No se puede obtener información relevante

9.3.2.4. Balance energético por usos totales

No se puede obtener información relevante

9.3.2.5. Establecimiento de línea base

El nivel de información obtenida para este informe no permite establecer el año 2022 como año base de comparación para próximos diagnósticos. No se puede obtener información relevante ni robusta que se pueda sustentar en información certera

9.3.3. FASE 3: MEDIDAS DE MEJORA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA

La identificación de oportunidad de mejora de eficiencia y gestión energética es la última fase de un diagnóstico energético. Estas oportunidades se identifican como Medida de Mejora de Eficiencia Energética (MMEE), que son un conjunto de acciones que permiten:

- Disminuir el consumo de energía reduciendo usos innecesarios
- Optimizar la relación entre la cantidad de energía y los productos/servicios obtenidos
- Identificar relación costos-eficiencia, para priorizar la implementación de medidas que consigan los mayores ahorros y el menor gasto de inversión

De forma general las MMEE se pueden clasificar de tres maneras, que se relacionan directamente a los montos de inversión requeridos de manera comparativa.

Tabla 20 Clasificación de montos de inversión para las MMEE

RECAMBIO TECNOLÓGICO	+++
MEDIDA DE GESTIÓN	++
ADOPCIÓN DE HABITOS DE USO RESPONSABLE	+



Considerando el monto de inversión y el ahorro económico del desempeño energético, se calcula el Periodo de Retorno Simple (PRS) con el que podremos comprar de manera objetiva las medidas entre ellas.

A continuación, se presentan las Medidas de Mejora de Eficiencia Energética para las diferentes.

Tabla 21 MMEE por categoría con descripción, tipo y nivel de inversión

Categoría	Descripción de MMEE	Tipo	Nivel de inversión
Equipos	Sustituir computadores fijos por notebook	RT	+++
	Sustituir pantallas por tipo LED LCD	RT	+++
	Instalar circuitos de enchufe con desconexión por horario	RT	+++
	Instaurar política de compra de equipos con requisitos de eficiencia	MG	++
	Apagar equipos por no uso	AH	+
Climatización	Recambio de equipos de aire acondicionado a tecnología inverter	RT	+++
	Unificación de sistemas de clima a equipos de mayor potencia por zona	RT	+++
	Cambiar quemador de caldera a uno de mejor eficiencia	RT	+++
	Programa de mantención y limpieza de equipos de clima	MG	++
	Actualización de planos de clima	MG	++
	Campaña de uso eficiente de equipos de clima	AH	+
	Cápsula educativa de cómo evitar pérdidas de climatización a través de puertas y ventanas	AH	+
ACS	Sistema solar térmico presurizado con estanque de 300 litros	RT	+++
	Recambio de termoeléctrico por bomba de calor sanitaria de 300 litros	RT	+++
	Regular temperatura de seteo de uso de ACS	MG	++
	Aislación de cañerías de ACS	MG	++
	Cápsula educativa de cómo utilizar de forma eficiente ACS	AH	+
Edificación	Sustituir ventanas simples por termopanel	RT	+++
	Sustituir marcos de ventana de Aluminio a PVC	RT	+++
	Instalación de cortinas de aire, puertas giratorias y cortinas blackuot	RT	+++
	Instalación de burletes en puertas y ventanas	RT	+++
	Aislación térmica de fachadas y azoteas	RT	+++
	Revisión exhaustiva de grietas	MG	++
	Programa de mantención y gestión de Edificación	MG	++
	Actualización de tableros eléctricos y planos	MG	++
Iluminación	Recambio del 100% de las luminarias a LED en salas, oficinas y pasillos	RT	+++
	Recambio del 100% de las luminarias a LED en postes de alumbrado periférico	RT	+++
	Instalación planta solar fotovoltaica en base a requerimiento energético y espacio disponible	RT	+++
	Actualización o unificación de luminarias existentes	RT	+++
	Seccionar los puntos de iluminación dentro de cada sala	MG	++
	Programa de mantención y limpieza de luminarias	MG	++
	Monitoreo en tiempo real de los circuitos eléctricos de iluminación	MG	++
	Instalación de temporizador y detectores de movimiento en zonas de paso	MG	++
	Instalación de fotocelda para encendido según nivel de iluminación natural	MG	++
	Incorporar domótica para control centralizado de iluminación	MG	++
	Cápsula educativa cómo sacar mejor provecho a la luz natural	AH	+
	Campañas de uso responsable de iluminación	AH	+

9.4. RESULTADOS FACULTAD QUÍMICA Y BIOLOGÍA

9.4.1. FASE 1: LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN

9.4.1.1. Información de las instalaciones

La Facultad de Química y Biología es creada en 1994, con la misión de impartir docencia y realizar investigación, extensión y perfeccionamiento en las áreas de las ciencias de la química, de la biología y de aquellas relacionadas con estas disciplinas. Para realizar sus objetivos, se implementan los Departamentos de Química de los Materiales, de Biología y de Ciencias del Ambiente. Se estructura administrativamente en base al Departamento de Química de la Facultad de Ciencia, cuyo personal académico y administrativo, es destinado en su totalidad a la nueva Facultad. Académicos e investigadores de vanguardia y trayectoria, involucrados en la formación de los alumnos en laboratorios y salas de clases son parte de las características de las actividades de la Facultad.



Ilustración 14. Modelo 3D edificio Química y Biología

Se agruparon los recintos al interior del edificio por áreas de interés y para conocer dimensiones de superficie y volumen. A continuación, se entrega la tabla resumen de esta agrupación:

Tabla 22 Recintos del edificio Química y Biología, superficie y régimen de uso

Recinto Edificio Q&B							
ID	Definition Name	Tag	Quantit	Superficie [m²]	Hrs Día	% Uso	Horas Día Efectiva
1	P-1 CamarasDeFrio_BioquimicaVegetal	02 Laboratorios	1	44.20	14	10%	1.4
2	P-1 EscalerasNorte_01	07 Escaleras/Ascensores	1	50.37	14	90%	12.6
3	P-1 EscalerasSur_01	07 Escaleras/Ascensores	1	50.37	14	90%	12.6
4	P-1 Laboratorios-NMR_01	02 Laboratorios	1	138.05	14	80%	11.2
5	P-1 Laboratorios_QuímicaYBiología	02 Laboratorios	1	153.26	14	80%	11.2
7	P-1 SalaEléctrica_01	08 SalasTécnicas	1	4.21	14	20%	2.8
8	P-1 SalaEléctrica_02	08 SalasTécnicas	1	4.21	14	20%	2.8
9	P1 BAÑO_01	05 Baños	1	15.52	14	30%	4.2
10	P1 BAÑO_02	05 Baños	1	16.39	14	30%	4.2
11	P1 BAÑO_03	05 Baños	1	7.77	14	30%	4.2
12	P1 BAÑO_04	05 Baños	1	7.77	14	30%	4.2
13	P1 BAÑO_05	05 Baños	1	16.43	14	30%	4.2
14	P1 COMEDOR AUXILIARES	06 Bodegas	1	12.35	14	30%	4.2
15	P1 ESCALERAS_01	07 Escaleras/Ascensores	1	8.94	14	90%	12.6
16	P1 ESCALERAS_02	07 Escaleras/Ascensores	1	8.94	14	90%	12.6
17	P1 ESCALERAS_03	07 Escaleras/Ascensores	1	8.94	14	90%	12.6
18	P1 LABORATORIOS_02	02 Laboratorios	1	135.76	14	80%	11.2
19	P1 LABORATORIOS_03	02 Laboratorios	1	244.33	14	80%	11.2
20	P1 LABORATORIOS_04	02 Laboratorios	1	521.87	14	80%	11.2
21	P1 LABORATORIO_01	02 Laboratorios	1	48.18	14	80%	11.2
22	P1 OFICINAS_01	04 Oficinas	1	28.51	14	80%	11.2
23	P1 OFICINAS_02	04 Oficinas	1	54.44	14	80%	11.2
24	P1 OFICINAS_03	04 Oficinas	1	6.48	14	80%	11.2
25	P1 OFICINAS_04	04 Oficinas	1	10.57	14	80%	11.2
26	P1 OFICINAS_05	04 Oficinas	1	6.13	14	80%	11.2
27	P1 OFICINAS_06	04 Oficinas	1	54.85	14	80%	11.2
28	P1 OFICINAS_07	04 Oficinas	1	12.24	14	80%	11.2
29	P1 OFICINAS_08	04 Oficinas	1	12.31	14	80%	11.2
31	P1 SALALECTURA_01	06 Bodegas	1	24.62	14	30%	4.2
32	P1 SALAS_03	01 SalasClase	1	82.68	14	80%	11.2
33	P1 SALAS_04	01 SalasClase	1	33.73	14	80%	11.2
34	P1 SALAS_05	01 SalasClase	1	13.00	14	80%	11.2
35	P1 SALATECNICA_01	08 SalasTécnicas	1	34.78	14	20%	2.8
36	P1 SALATECNICA_02	08 SalasTécnicas	1	94.36	14	20%	2.8
37	P1 SALA_01	01 SalasClase	1	17.91	14	80%	11.2
38	P1 SALA_02	01 SalasClase	1	16.35	14	80%	11.2
39	P1 SALA_03	01 SalasClase	1	566.94	14	80%	11.2
40	P2 ESCALERAS_01	07 Escaleras/Ascensores	1	8.94	14	90%	12.6
41	P2 ESCALERAS_02	07 Escaleras/Ascensores	1	8.94	14	90%	12.6
42	P2 ESCALERAS_03	07 Escaleras/Ascensores	1	8.94	14	90%	12.6
43	P2 LABORATORIOS_01	02 Laboratorios	1	339.58	14	80%	11.2
44	P2 LABORATORIOS_02	02 Laboratorios	1	269.73	14	80%	11.2
45	P2 LABORATORIOS_03	02 Laboratorios	1	60.83	14	80%	11.2
46	P2 LABORATORIOS_04	02 Laboratorios	1	76.26	14	80%	11.2
47	P2 LABORATORIOS_05	02 Laboratorios	1	73.16	14	80%	11.2
48	P2 LABORATORIOS_06	02 Laboratorios	1	61.90	14	80%	11.2
49	P2 LABORATORIOS_07	02 Laboratorios	1	32.28	14	80%	11.2
50	P2 OFICINAS_01	04 Oficinas	1	33.73	14	80%	11.2
51	P2 OFICINAS_02	04 Oficinas	1	32.46	14	80%	11.2
52	P2 OFICINAS_03	04 Oficinas	1	172.38	14	80%	11.2
53	P2 OFICINAS_04	04 Oficinas	1	34.97	14	80%	11.2
55	P2 SALAS_01	01 SalasClase	1	34.68	14	80%	11.2
56	P2 SALAS_02	01 SalasClase	1	135.93	14	80%	11.2
57	P2 SALAS_03	01 SalasClase	1	116.53	14	80%	11.2
58	P2 SALAS_04	01 SalasClase	1	14.85	14	80%	11.2
59	P2 SALAS_05	01 SalasClase	1	36.69	14	80%	11.2
60	P2 SALAS_06	01 SalasClase	1	70.71	14	80%	11.2
61	P3 ESCALERAS_01	07 Escaleras/Ascensores	1	18.14	14	90%	12.6
62	P3 ESCALERAS_02	07 Escaleras/Ascensores	1	18.14	14	90%	12.6
63	P3 LABORATORIOS_01	02 Laboratorios	1	58.06	14	80%	11.2
64	P3 LABORATORIOS_02	02 Laboratorios	1	76.51	14	80%	11.2
65	P3 LABORATORIOS_03	02 Laboratorios	1	77.43	14	80%	11.2
66	P3 LABORATORIOS_04	02 Laboratorios	1	67.74	14	80%	11.2
67	P3 LABORATORIOS_05	02 Laboratorios	1	115.45	14	80%	11.2
68	P3 LABORATORIOS_06	02 Laboratorios	1	268.96	14	80%	11.2
69	P3 LABORATORIOS_07	02 Laboratorios	1	126.95	14	80%	11.2
70	P3 OFICINAS_01	04 Oficinas	1	25.99	14	80%	11.2
71	P3 OFICINAS_02	04 Oficinas	1	24.74	14	80%	11.2
72	P3 OFICINAS_03	04 Oficinas	1	20.66	14	80%	11.2
73	P3 OFICINAS_04	04 Oficinas	1	113.17	14	80%	11.2
74	P3 OFICINAS_05	04 Oficinas	1	0.00	14	80%	11.2
75	P3 OFICINAS_06	04 Oficinas	1	18.20	14	80%	11.2
76	P3 OFICINAS_07	04 Oficinas	1	25.29	14	80%	11.2
77	P3 OFICINAS_08	04 Oficinas	1	160.33	14	80%	11.2
78	P3 SALAS_01	01 SalasClase	1	62.43	14	80%	11.2
79	P3 SALAS_02	01 SalasClase	1	27.06	14	80%	11.2
TOTAL				5496.52			772.8

Con la información recopilada y el recorrido del edificio en terreno, se realizó un catastro de las instalaciones, sus componentes, configuraciones y régimen de uso. Toda esta información recopilada es fundamental para conocer el uso energético del recinto.

El consumo energético se mide en unidades de kWh, que equivale a la potencia (kW) multiplicado por el uso (horas). Por lo tanto, estas son las dos variables más importantes que identificar.

Por norma general se distinguen cinco categorías de sistemas energéticos a evaluar. Estos coinciden con los principales usos energéticos de las instalaciones, donde se identifican puntos clave de información que permitirán robustecer el diagnóstico. Los sistemas energéticos son: Iluminación, climatización, agua caliente sanitaria, envolvente térmica y equipos.

9.4.1.2. Registros de iluminación

Este catastro se realizó en base a la información entregada por planos eléctricos



Ilustración 15. Modelo 3D de posicionamiento de luminarias por capa

Se identificaron 1.320 luminarias tipo: Tubos LED 1200mm 18W 5000K. En todo el recorrido de la facultad no se encontraron tubos que no fueran LED. Por tanto, podemos considerar que el 100% de las luminarias ya son de tecnología LED.

Considerando un promedio de 8 horas día de requerimiento de iluminación, equivale a 69.379 kWh año de consumo y un costo de \$6.244.128 anuales.

9.4.1.3. Registro de climatización

Para este registro se consideró la siguiente distinción de subsistemas: generadores de calor y/o frío, distribución y elementos terminales. A continuación, se presenta una serie de tablas con el análisis de este registro.

Existen 3 tipos de sistemas de clima, VRV a Unidad Interior, VRV a ductos y calefacción por radiadores. A continuación, se presenta el esquema de cada sistema.

A. Subsistema generación de frío y calor

Se identificaron equipos radiadores. Estos están ubicados en distintas salas del edificio y se utilizan desde los meses de mayo a septiembre aproximadamente

Para este edificio la climatización es a través de equipos aire acondicionado. No tienen otro sistema de climatización.

Tipo de Sistema	Características
Calderas	No aplica.
Sistemas eléctricos	Aire Acondicionado 12.000 BTU
Estufas	No aplica

Caracterización Equipo Split	
Designación	Split Muro Inverter
Tecnología	Aire Acondicionado
Recinto	Salas
Nº Unidades	100
Marca	Varios
Potencia Térmica	12.000 BTU On-off
Rendimiento	EER 3.21 / COP 3.41
Funcionamiento	6 horas
Período	Mayo - Septiembre

Tabla 23. Identificación de equipos de clima

B. Subsistema distribución

El recinto cuenta con sistema de distribución de clima tanto para el caso con Unidad Interior y también con UMA.

C. Subsistema Elementos terminales

En cuanto a sistemas terminales, se distinguen las unidades fancoil conectados a los equipos de clima.

9.4.1.4. Registros de Agua Caliente Sanitaria

Recinto cuenta con dos duchas conectadas a un termo eléctrico que provee ACS. No tienen ningún otro sistema de ACS.

Tipo de Sistema	Características
Eléctrico	Termo eléctrico 180litros y potencia de 2.000W
Calefont	No aplica



Caracterización Equipos ACS	
Designación	Termo Eléctrico
Tecnología	Resistencia eléctrica
Recinto	Camarines Auxiliares
N° unidades	1
Marca	Ursus rotter
Potencia Térmica	2000W / 180 L
Rendimiento	100%
Funcionamiento	2 Horas día
Periodo	Todo el año

Tabla 24. Identificación equipos de ACS

9.4.1.5. Registros de envolvente térmica

Es importante caracterizar la envolvente térmica del edificio considerando principalmente: Material de construcción, aislamiento de muros y cielos, materialidad de marcos de ventana y materialidad del cristal de la ventana.

Tabla 25 Caracterización Envolvente térmica Química y Biología

Tipo de sistema	Características
Materialidad principal del edificio	Hormigón Armado y Fierro
Aislamiento de envolvente térmica	Hormigón Armado y Fierro
Materialidad del marco de ventanas	Aluminio
Tipo de acristalamiento	Simple



Ilustración 16 Registros envolvente térmica Química y Biología

9.4.2. FASE 2: CONTABILIDAD ENERGÉTICA

9.4.2.1. Análisis de suministros básicos

- Identificación de fuentes de consumo de energía

Los tipos de energía consumidos por este edificio son electricidad, gas natural, gas licuado y petróleo.

- Electricidad: equipos de ACS, equipos de iluminación, equipos electrónicos, equipos de fuerza en general del edificio
- Gas natural: mecheros de laboratorios
- Gas licuado: no aplica
- Petróleo: generador eléctrico

- Identificación de consumos energéticos – electricidad

Desde la coordinación del proyecto, el equipo del Área de sostenibilidad gestionó la recopilación de consumos energéticos asociados a cada facultad. Así se determinó que los consumos registrados son:

	
Cliente	: Universidad de Santiago de Chile
RUT	: 60.911.000-7
Dirección Reparto	: Av. Libertados Bernardo O'Higgins 3363, Estación Central, Santiago
Dirección Comercial	: Av. Libertados Bernardo O'Higgins 3363, Estación Central, Santiago
N° Cliente	: 3161954
Subestación	: No Indica
Potencia conectada	: No Indica
Tarifa	: No Indica
N° Medidor 01	: No Indica
N° Medidor 02	: No Indica

Ilustración 17. Detalles cliente suministro Enel Distribución

Durante el año calendario 2022, se registró un consumo de 715.000 kWh, un peak de potencia leída no conocida y un gasto neto de \$58.591.699 (**Gráfico 9**) Es importante señalar que luego del análisis de la información y de la visita técnica, se identificó que este consumo incluye a más edificios aparte del edificio Q&B. Dada la información actual, no se logró definir el alcance de este consumo.

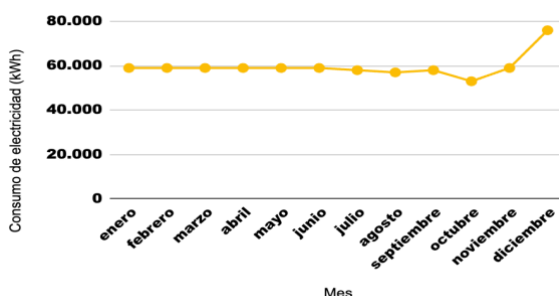


Gráfico 9 Consumo de electricidad por mes. Facultad de Química y Biología, 2022

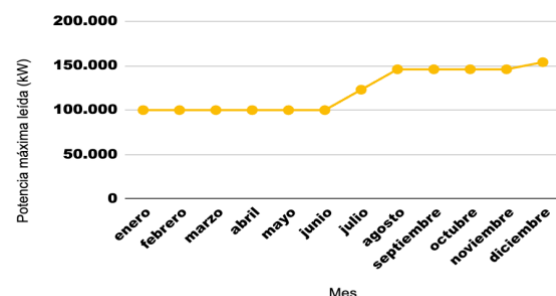


Gráfico 10 Potencia máxima leída por mes. Facultad de Química y Biología, 2022

- Identificación de consumos energéticos – Gas Natural

Desde la coordinación del proyecto, el equipo del Área de sostenibilidad gestionó la recopilación de consumos energéticos asociados a cada facultad. Así se determinó que los consumos registrados son:

METROGAS®

Cliente	: Universidad de Santiago de Chile
RUT	: 60.911.000-7
Dirección Reparto	: Av. Ecuador 3467, Dept6, Estación Central, Santiago
Dirección Comercial	: Av. Ecuador 3467, Dept6, Estación Central, Santiago
N° Cliente	: 60911000-7
Tarifa	: No Indica
N° Medidor 01	: No Indica

Ilustración 18 Cliente Metrogas Química y Biología

Durante el año calendario 2022 se registró un consumo de 853 m³ de gas natural, 9.212 en términos de kWh y equivalente a un gasto anual neto de \$943.070. Este consumo no tiene tendencia, considerando además los desfases de pago.

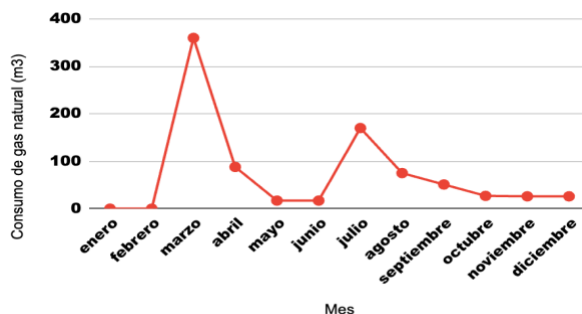


Gráfico 11 Consumo de gas natural por mes. Facultad de Química y Biología, 2022

- Identificación de consumos energéticos – Gas Licuado

Desde la coordinación del proyecto, el equipo del Área de sostenibilidad gestionó la recopilación de consumos energéticos asociados a cada facultad. No se tiene registro del consumo de gas licuado.

- Identificación de consumos energéticos – Petróleo

Desde la coordinación del proyecto, el equipo del Área de sostenibilidad gestionó la recopilación de consumos energéticos asociados a cada facultad. No se tiene registro del consumo de petróleo.

- Gasto anual por energía eléctrica, gas natural y agua

Si bien se determinó que la información entregada contempla un consumo que va más allá de los límites de Facultad de Química y Biología, se puede apreciar un gasto total anual por concepto de agua, energía eléctrica y gas natural de \$59.534.768. Cabe mencionar que los registros de agua presentaron un consumo 0. A partir de este dato se concluye que no se levantó efectivamente el consumo de agua de esta facultad. Esta variable será analizada en el diagnóstico de agua.

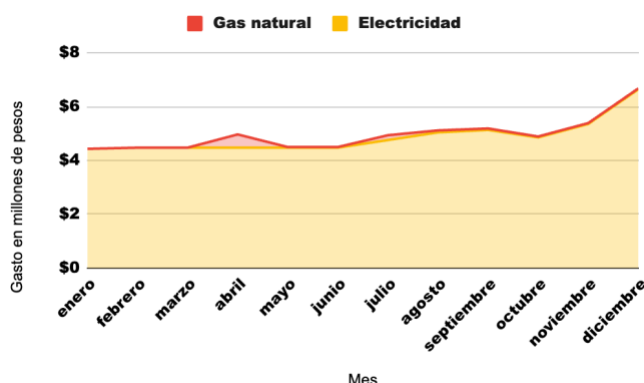


Gráfico 12 Gasto por consumo de electricidad, gas natural y agua. Facultad de Química y Biología, 2022

9.4.2.1. Balance energético por suministro

No se puede obtener información relevante

9.4.2.2. Balance energético por usos de fuente de energía

No se puede obtener información relevante

9.4.2.3. Balance energético por usos totales

No se puede obtener información relevante

9.4.2.4. Establecimiento de línea base

El nivel de información obtenida para este informe no permite establecer el año 2022 como año base de comparación para próximos diagnósticos. No se puede obtener información relevante ni robusta que se pueda sustentar en información certera

9.4.1. FASE 3: MEDIDAS DE MEJORA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA

La identificación de oportunidad de mejora de eficiencia y gestión energética es la última fase de un diagnóstico energético. Estas oportunidades se identifican como Medida de Mejora de Eficiencia Energética (MMEE), que son un conjunto de acciones que permiten:

- Disminuir el consumo de energía reduciendo usos innecesarios
- Optimizar la relación entre la cantidad de energía y los productos/servicios obtenidos
- Identificar relación costos-eficiencia, para priorizar la implementación de medidas que consigan los mayores ahorros y el menor gasto de inversión

De forma general las MMEE se pueden clasificar de tres maneras, que se relacionan directamente a los montos de inversión requeridos de manera comparativa.

Tabla 26 Clasificación de montos de inversión para las MMEE

RECAMBIO TECNOLÓGICO	+++
MEDIDA DE GESTIÓN	++
ADOPCIÓN DE HABITOS DE USO RESPONSABLE	+



Considerando el monto de inversión y el ahorro económico del desempeño energético, se calcula el Periodo de Retorno Simple (PRS) con el que podremos comprara de manera objetiva las medidas entre ellas.

A continuación, se presentan las Medidas de Mejora de Eficiencia Energética para las diferentes.

Tabla 27 MMEE por categoría con descripción, tipo y nivel de inversión

Categoría	Descripción de MMEE	Tipo	Nivel de inversión
Equipos	Sustituir computadores fijos por notebook	RT	+++
	Sustituir pantallas por tipo LED LCD	RT	+++
	Instalar circuitos de enchufe con desconexión por horario	RT	+++
	Instaurar política de compra de equipos con requisitos de eficiencia	MG	++
	Apagar equipos por no uso	AH	+
Climatización	Recambio de equipos de aire acondicionado a tecnología inverter	RT	+++
	Unificación de sistemas de clima a equipos de mayor potencia por zona	RT	+++
	Programa de mantención y limpieza de equipos de clima	MG	++
	Actualización de planos de clima	MG	++
	Campaña de uso eficiente de equipos de clima	AH	+
	Cápsula educativa de cómo evitar pérdidas de climatización a través de puertas y ventanas	AH	+
ACS	Sistema solar térmico presurizado con estanque de 300 litros	RT	+++
	Recambio de termoeléctrico por bomba de calor sanitaria de 300 litros	RT	+++
	Regular temperatura de seteo de uso de ACS	MG	++
	Aislación de cañerías de ACS	MG	++
	Cápsula educativa de cómo utilizar de forma eficiente ACS	AH	+
Edificación	Sustituir ventanas simples por termopanel	RT	+++
	Sustituir marcos de ventana de Aluminio a PVC	RT	+++
	Instalación de cortinas de aire, puertas giratorias y cortinas blackuot	RT	+++
	Instalación de burletes en puertas y ventanas	RT	+++
	Aislación térmica de fachadas y azoteas	RT	+++
	Revisión exhaustiva de grietas	MG	++
	Programa de mantención y gestión de Edificación	MG	++
	Actualización de tableros eléctricos y planos	MG	++
Iluminación	Recambio del 100% de las luminarias a LED en salas, oficinas y pasillos	RT	+++
	Recambio del 100% de las luminarias a LED en postes de alumbrado periférico	RT	+++
	Instalación planta solar fotovoltaica en base a requerimiento energético y espacio disponible	RT	+++
	Actualización o unificación de luminarias existentes	RT	+++
	Seccionar los puntos de iluminación dentro de cada sala	MG	++
	Programa de mantención y limpieza de luminarias	MG	++
	Monitoreo en tiempo real de los circuitos eléctricos de iluminación	MG	++
	Instalación de temporizador y detectores de movimiento en zonas de paso	MG	++
	Instalación de fotocelda para encendido según nivel de iluminación natural	MG	++
	Incorporar domótica para control centralizado de iluminación	MG	++
	Cápsula educativa cómo sacar mejor provecho a la luz natural	AH	+
	Campañas de uso responsable de iluminación	AH	+