



FACULTAD DE
CIENCIAS
UNIVERSIDAD DE CHILE

Plan de Eficiencia Energética

Facultad de Ciencias

2024



PLAN DE EFICIENCIA ENERGÉTICA

FACULTAD DE CIENCIAS

Alineamiento

De acuerdo con lo establecido en el Decreto Exento N° 0041105, la Universidad tiene por misión contribuir al proceso de sustentabilidad de la sociedad universitaria mediante los recursos del saber científico y humanístico, del avance tecnológico y de la creación de espacios de desarrollo, de acuerdo con la necesidad sustentable del país. En el cumplimiento de esta misión, la Facultad de Ciencias declara su adhesión irrestricta a los valores culturales, intelectuales y morales de la Universidad de Chile. Acorde con su origen fundacional, la Facultad de Ciencias dará especial preferencia al conocimiento de los recursos energéticos naturales, procurando continuar con su actividad docente e investigativa conservando y cuidando su entorno y ecosistemas. Asimismo, promoverá especialmente los estudios tendientes a resolver los problemas energéticos del Campus en pos de generar una Facultad Sustentable.

Contexto Mundial

La Agencia Internacional de la Energía (AIE) pronostica que el crecimiento de la capacidad de energía renovable se acelerará en los próximos cinco años, lo que representará casi el 95% del aumento de la capacidad energética mundial desde el 2021 hasta 2026. Esto pone de manifiesto la necesidad de optimizar los recursos disponibles para un mayor control del nivel de emisiones de CO₂ y su repercusión sobre el cambio climático (GEI).

El concepto de sustentabilidad aparece formalmente (“desarrollo sostenible”) en el



Informe Bruntland de la ONU de 1987. Quedó establecido que el desarrollo sostenible es el “desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer sus propias necesidades”. Se trata, por tanto, de un equilibrio entre el crecimiento económico, la inclusión social y la preservación de un medio ambiente saludable para las generaciones futuras. El desarrollo sostenible se extiende a varios aspectos de la sociedad. En una universidad como la nuestra, tiene

que resultar de la convergencia entre el aspecto económico, la comunidad universitaria y una correcta gestión medioambiental.

La Universidad de Chile y su Plan de Desarrollo Sustentable

En el 2016 el Senado Universitario aprobó la Política de Sustentabilidad Institucional definiendo como “Campus Sustentable” aquel que desarrolla sus cuatro áreas de acción; investigación, docencia, gestión sustentable y un vínculo con el medio, todo alineado con el Plan de Desarrollo de la Institución a realizarse entre el 2017 y el 2026.

En septiembre del 2021 la institución firma el APL II dando continuidad a los esfuerzos realizados por los Campus de la universidad desde el 2012 (APL I). El convenio firmado con la Agencia de Sustentabilidad y Cambio Climático contempla cinco metas, asociadas a 116 acciones, las que tienen hasta 36 meses para su cumplimiento, con un esquema de certificación gradual.

En este contexto, la Facultad de Ciencias se adhiere al compromiso con la creación de la Unidad de Sustentabilidad en el 2021, cuya misión es coordinar todos los esfuerzos y acciones que vayan en desarrollo de una cultura de sustentabilidad concretadas en diferentes actividades a desarrollar en 36 meses.

Política de Eficiencia Energética y de Recursos Hídricos Facultad de Ciencias, Universidad de Chile

La política energética es el instrumento mediante el cual la Universidad y sus unidades locales (facultades e Institutos) expresan formalmente su compromiso y apoyo con la gestión de la energía. Es el principal impulsor del Plan de Gestión Energética (PGE) ya que declara a todos los integrantes de la Universidad que existe un compromiso con la mejora continua del desempeño energético y que todos son responsables de su cumplimiento. La Universidad de Chile cuenta con una Política de Sustentabilidad Institucional que enmarca la gestión global, y con ella se integra el Plan de Gestión de la Energía de la FCs junto con su Política de Eficiencia Energética y de Recursos Hídricos por medio de las acciones generales las que se alinean con la Política de Sustentabilidad.

Objetivos y Metas Energéticas

Con el fin de medir el desempeño del PGE y su efectiva mejora continua, se deberá definir los objetivos y metas energéticas una vez al año. Estos deben ser medibles, coherentes con la política energética y compatibles con la dirección estratégica de la FCs y de la UCh.

Los objetivos generales son:

- Sensibilizar a la población universitaria en temas de sustentabilidad energética.
- Conocer los gastos de energía de la facultad de Cs.
- Realizar modificaciones, mejoras o cambios que apunten a la disminución del consumo de energía.
- Implementar medidas en favor del uso de la energía renovable.

- Crear instancias de conversación, intercambio y aprendizaje en temas de eficiencia energética.
- Insertar en los planes docentes unidades referentes a eficiencia energética y energía renovable.

Todos estos objetivos generales se asocian a metas específicas que deben ser medibles y registrables con el objetivo de ver tendencias y verificar así el cumplimiento de los objetivos planteados.

Objetivos Específicos

1. Reducir el consumo de energía en las categorías identificadas: iluminación, climatización, equipos y agua caliente sanitaria.
2. Implementar medidas de mejora energética que prioricen el ahorro con bajas inversiones.
3. Establecer indicadores de eficiencia energética para evaluar el impacto de las acciones implementadas.

Situación Energética en la Facultad de Ciencias

La situación energética de la Facultad de Ciencias se analiza a través de varios aspectos relacionados con el consumo eléctrico, el levantamiento de equipos eléctricos, la medición de datos por edificio, y propuestas de mejoras. Estos datos se pueden ver con detalles en el Informe del Diagnóstico del uso y fuentes de Energía en la Facultad de Ciencias 2022-23

Consumo Eléctrico

- En el año 2022, el consumo total de energía eléctrica fue de 1.582 MWh y de 2.126 MWh para el año 2023.
- La distribución del consumo se realiza a través de 5 empalmes, siendo el empalme Las Palmeras el que concentra el mayor porcentaje de consumo (61.5%).
- Se identifican consumos no administrados por la Facultad de Ciencias en el empalme Las Palmeras, lo que requiere una correcta identificación y control.

CONSUMO ENERGÍA ELÉCTRICA 2022 POR EMPALME FCs				
Dirección del empalme	N° Cliente	Tipo empalme	Total KWh	% Participación
LAS PALMERAS 3425	CLIENTE 131629-K	MT	972.539	61,5
LAS ENCINAS 3370	CLIENTE 1674728-9	MT	546.476	34,5
GRECIA 3401	CLIENTE 131668-0	BT	39.640	2,5
VIRGINIO ARIAS 1388	CLIENTE 131705-9	BT	17.422	1,1
VIRGINIO ARIAS 1370	CLIENTE 742544-9	BT	6.019	0,4
TOTAL(KWh)			1.582.096	
Total (MWh)			1.582	

CONSUMO ENERGÍA ELÉCTRICA 2023		
Dirección	N° Cliente	Total KWh
LAS PALMERAS 3425	CLIENTE 131629-K	1.107.670
LAS ENCINAS 3370	CLIENTE 1674728-9	937.260
GRECIA 3401	CLIENTE 131668-0	43.840
VIRGINIO ARIAS 1388	CLIENTE 131705.9	27.529
VIRGINIO ARIAS 1370	CLIENTE 742544-9	9.359,0
TOTAL(KWh)		2.125.658
Total (MWh) 2023		2.126

El análisis detallado de los consumos energéticos, porcentajes de uso y fuentes de energía en la Facultad de Ciencias proporciona una visión clara de la situación actual. Se identifican áreas de oportunidad para implementar medidas de eficiencia energética, priorizando aquellas que generen mayores ahorros con inversiones razonables. Es fundamental considerar la relación costo-eficiencia al momento de seleccionar las acciones a implementar.

Levantamiento de Equipos Eléctricos

- Se detallan las cantidades y consumos de equipos eléctricos por tipo de fuente de consumo, como iluminación, climatización, equipos de oficina y laboratorio, y agua caliente sanitaria.
- Se destaca la necesidad de separar los equipos de oficina de los de laboratorio para un mejor control del consumo.

Iluminación:

Se identificaron 2.919 equipos de iluminación, con un consumo estimado de 173.390 kWh al año, representando el 11% del consumo facturado anual.

Calefacción:

Se encontraron equipos de calefacción como estufas eléctricas, con un consumo total de 116 kWh al año, es decir, 0,4% de la factura anual.

Aire Acondicionado:

Se identificaron 107 equipos de aire acondicionado con un consumo porcentual del 33,0% del consumo facturado total.

Refrigeración:

Se identificaron 154 equipos de refrigeración con un consumo porcentual del 30,0% del consumo facturado total.

Agua Caliente Sanitaria (ACS):

El consumo de agua caliente sanitaria proveniente de termos eléctricos se estima en 4.920 kWh al año, representando el 0,3% del consumo facturado.

Los gastos energéticos por tipo de equipos y categoría en la Facultad de Ciencias se distribuyen principalmente en iluminación, aire acondicionado y refrigeración, seguidos por calefacción y agua caliente sanitaria. Es importante considerar estos datos al desarrollar estrategias de eficiencia energética para optimizar el consumo y reducir costos asociados a la energía en cada una de estas áreas.

Los detalles pueden consultarse en el "Informe Técnico-económico para la Eficiencia Energética".

Propuestas de Mejoras

- Se proponen mejoras en los tableros eléctricos, instalación de equipos de medición en red, cambio de tecnología en iluminación a LED, instalación de dispositivos de ahorro energético como sensores de movimiento y celdas fotoeléctricas, y actividades de concientización y cambio de hábitos de consumo energético.
- Se sugiere revisar el factor de potencia en cada empalme, identificar posibles pérdidas o fugas eléctricas,
- Generar proyectos de construcción más sustentables en el futuro.

- Se sugiere realizar un levantamiento más detallado de todos los consumos que están siendo alimentados del empalme de media tensión de las Palmeras, con objeto de identificar consumos piratas, fugas de carga y consumos parásitos.

- Se debe generar y llevar anualmente indicadores de eficiencia energética para observar tendencias del plan de eficiencia y poder realizar mejoras en el tiempo.

Estrategias, Acciones y Plazos

1. Recambio Tecnológico

- Reemplazar y/o modificar progresivamente los equipos de iluminación fluorescente por tecnología LED para reducir el consumo de energía en iluminación. Los tubos fluorescente se podrán utilizar como repuestos para los equipos que aún no se modifiquen.

Plazos: Segundo semestre del 2024 a mediados del 2025

- Evaluar la posibilidad de actualizar equipos de climatización y refrigeración por modelos más eficientes y con menor consumo energético.

Plazos: progresivamente durante el 2024 y el 100% para junio del 2026

- Instalación de fuentes de energía renovables no tradicionales como paneles solares y termosolar con el objetivo de alimentar parte del consumo eléctrico de los edificios con energía fotovoltaica y bajar los consumos de gas para agua caliente sanitaria (ACS).

Plazos: Segundo semestre del 2025

- Del levantamiento en terreno de los tableros existentes se puede observar que existe una urgente necesidad de modernizar y reparar varios de estos tableros:

- TGF física
- TGF matemáticas
- TGF primer piso PG
- TGF CEM
- TGF Alumbrado ext. Y porterías
- TGF Ecología 1
- TGF Edif. Ecología 2

Esta modernización y reparaciones implican:

- Recambio de termomagnéticos antiguos
- Ordenamiento de cableado interno
- Cambio de luces pilotos, fusibles y porta fusibles
- Modernización de equipos de medición (amperímetros y voltímetros)
- Reapriete de terminales
- Medición de compensación de fases
- Limpieza
- Instalación de banco de condensadores

Se recomienda realizar un levantamiento por cada tablero para cotizar cada necesidad y realizar las actualizaciones respectivas. Esto en un plazo no mayor a un año.

2. Medidas de Gestión

- Instalar equipos de sensor de movimiento y timer en los circuitos de alumbrado de pasillos y áreas comunes. De esta manera, la iluminación sólo se utilizará en horas de oscuridad. Se debe realizar un estudio para la instalación dependiendo de cada caso.

Plazos: progresivamente durante el 2024 y el 100% para junio del 2025

- Implementar sistemas de control adecuado de temperatura en los equipos de climatización para ajustar su funcionamiento según la demanda.

Plazos: progresivamente durante el 2024 y el 100% para junio del 2025

- Instalación de equipos analizadores de red en cada edificio y fuente de consumo que sea crítico para la facultad, con el objetivo de controlar y registrar tanto el consumo como los parámetros de estabilidad por fase.

Plazos: mayo 2024 a diciembre 2024

3. Cambio de Hábitos:

- Promover el uso responsable de la energía entre los usuarios de la Facultad, fomentando el apagado de equipos no utilizados y la conciencia en el uso de la climatización. Para ello se cuenta con el Plan de Oficina y Laboratorios Sustentables que debe ser aprobado y trabajado por cada unidad.

Plazo: Segundo semestre del 2024

4. Indicadores de Eficiencia Energética:

- Consumo de energía total mensual y anual en cada categoría identificada.

- Porcentaje de reducción del consumo de energía en iluminación, climatización, equipos y agua caliente sanitaria.

- Costos asociados al consumo de energía antes y después de la implementación del plan.

- Evaluación de la Huella de Carbono base y su reducción a lo largo del tiempo.

Seguimiento y Evaluación

1. Realizar mediciones periódicas del consumo de energía en cada categoría y comparar con los valores iniciales.

2. Analizar los indicadores de eficiencia energética para evaluar el impacto de las acciones implementadas.

3. Realizar auditorías energéticas regulares para identificar nuevas oportunidades de mejora y ajustar el plan según sea necesario.

Implementación y Operación

1. Recambio alumbrado

Según el levantamiento realizado, existen 2.366 tubos de tecnología fluorescente en las diferentes dependencias de la facultad del modelo L36W/765. Si cada equipo de luminaria posee tres tubos, entonces son 789 equipos distribuidos en salas, oficinas, laboratorios y pasillos.

Se recomienda hacer cambio de tecnología a led y para ello hay dos opciones:

- Modificar los equipos existentes e instalar los tubos led
- Cambiar completamente todos los equipos a tecnología led

Atendiendo al bajo gasto económico, a la factibilidad de modificar los equipos existentes y al hecho de no tener que generar mucho residuos electrónicos, se opta por:

- Realizar levantamiento sectorizado para obtener el número de equipos a intervenir y los que hay que reemplazar por mal estado.
- Comprar la cantidad de tubos led (diferentes tipos) e insumos, según el levantamiento realizado.
- Compra de equipos led según medidas requeridas en el levantamiento realizado.
- Modificación e instalación sectorizada de los equipos a tecnología led.
- Disposición de los tubos fluorescente según normativa vigente.

Se estima un gasto aproximado de \$3.300.000 y 395 hora hombre (no incluida en el costo).

Como medida a largo plazo, instalar paneles fotovoltaicos y termosolares en los techos cuyas superficie y estructura lo permita:

- Edificio G
- Edificio de física y matemáticas
- Edificio nuevo de Química
- Edificio de Ecología 1
- Edificio antiguo de Química
- Edificio de Implementación Mayor y Rayos

2. Medidas de Gestión

Sensores y fotoceldas

La instalación de 72 sensores y 12 fotoceldas permitirá una optimización del uso de alumbrado en las áreas comunes como pasillos, patios y servicios higiénicos. La adquisición de estos

implementos está en el orden del \$1.800.000 sin considerar la mano de obra que se estima en 40 horas- hombre.

- Realizar levantamiento sectorizado para obtener el número de circuitos a intervenir.
- Comprar la cantidad sensores, fotoceldas e insumos, según el levantamiento realizado.
- Modificación e instalación sectorizada de los circuitos de alumbrado.

Analizadores de red eléctrica

La instalación de equipos analizadores de red eléctrica se instalará en cada tablero general de cada edificio y de cada fuente de consumo crítico para la facultad. Son 21 equipos para instalar con un costo promedio de \$7.520.000 contando todos los materiales necesarios. Sin embargo, hay que considerar la modernización de algunos tableros de fuerza, ya mencionados en el punto de implementación y operación.

Conclusiones

El plan de eficiencia y manejo energético propuesto para la Facultad de Ciencias para el 2025 busca optimizar el uso de la energía, reducir costos asociados y fortalecer el compromiso con la sustentabilidad. La implementación de medidas específicas y la medición constante de indicadores permitirán evaluar la eficacia del plan y realizar ajustes para alcanzar los objetivos de ahorro energético establecidos.

OBJETIVO	INDICADOR	META	PLAZO (meses)	RESPONSABLE (cargo)	MÉTODO DE VERIFICACIÓN DE MEJORA DE DESEMPEÑO ENERGÉTICO	MÉTODO DE VERIFICACIÓN DE CUMPLIMIENTO DEL PLAN DE ACCIÓN AVANCE	AVANCE
Mejora del desempeño energético general de la Facultad de Ciencias	Consumo eléctrico por metro cuadrado construido	Reducción de kWh el consumo específico de electricidad por M ² . Reducción a 2 [kWh/M ²)	12		Registros de Revisión Energética y Consumo Eléctrico del periodo de análisis, Líneas Base	Estado de avance de objetivos específicos y Revisión por Dirección para verificación de operación del CLUS y cumplimiento de metas establecidas	
Comunicar los controles operacionales y la Política Energética a la comunidad	N° de campañas realizadas	2 campañas comunicacionales anuales	6		Línea Base versus consumo energético de la facultad para el periodo	Registro de comunicaciones de correos e infografías Registros fotográficos de las intervenciones. Política disponible en el sistema institucional. Registro mensual de ocurrencia de malas prácticas (luces y AC encendidos fuera de horarios)	
Capacitar y sensibilizar a la Comunidad	<ul style="list-style-type: none"> N° de estudiantes participando/total de estudiantes N° de funcionarios participando/total de funcionarios 	35% de la población	6		Línea Base versus consumo energético de la facultad para el periodo	Registro de Comunicaciones. Asistencia a actividades. Encuesta de conocimientos generales EE	
Recambio a iluminación LED y otras adquisiciones	Ahorro energético generado respecto año anterior.	20 % de Ahorro energético en [kWh/año]	12		Realizar la evaluación de Medición y Verificación de la	Inventario de iluminación Actualización de Revisión Energética	

en las dependencias de la Universidad	[kWh/año]				medida, llevando control de los equipos recambiados (cantidades, potencias y horas de uso estimadas)	
Implementar Programa Oficina Sustentable	N° oficinas inscritas/N° total de oficinas	10% de participación	6		Resultados indicadores del Programa Oficina Sustentable	Registro de Programa Oficina Sustentable Registro de comunicaciones
Realizar Cursos con temas de Sustentabilidad	N° asistentes/N° total de población universitaria	10% de participación	6		Indicadores del Programa Oficina Sustentable	Programa de Curso Firma lista de asistencia a la capacitación Registro de capacitaciones Envío de boletín con información del curso
Formación de profesionales con conocimiento de eficiencia energética	Egresados Anuales respecto año anterior.	Aumento de un 1% los egresados respecto año anterior	12		Trabajos de tesis aplicados a la eficiencia energética de la Universidad	Listado de egresado
Uso de Fuentes renovables de energía eléctrica a nivel de facultad	kWh renov/kWh matriz	10% del consumo total de la facultad al 2023	24		Línea Base y Revisión energética de la facultad para el periodo	Estado de avance de objetivos específicos y Revisión por CLUS para verificación de operación del PGE y cumplimiento de metas establecidas

