

**UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
SEDE VIÑA DEL MAR - JOSÉ MIGUEL CARRERA**

**REVISIÓN ENERGÉTICA EDIFICIO C DE LA USM JMC, SEGÚN
REQUERIMIENTOS DE LA NORMA ISO 50001 SOBRE SISTEMAS DE
GESTIÓN ENERGÉTICA**

Trabajo de Titulación para optar al
Título de INGENIERO EN
PREVENCIÓN DE RIESGOS
LABORALES Y AMBIENTALES.

Alumno:
Sr. Gerson René Castillo
Obreque

Profesor Guía:
Ing. Enrique Calderón
Carmona

Profesor Co-referente:
Ing. Andrés Navarro

RESUMEN EJECUTIVO

Keywords: EFICIENCIA ENERGÉTICA – CONSUMO ENERGÍA ELÉCTRICA – POTENCIA TOTAL INSTALADA – OPORTUNIDAD DE MEJORA.

El presente trabajo forma parte del proyecto de Eficiencia Energética de la Universidad Técnica Federico Santa María, Sede José Miguel Carrera, en conjunto con otros trabajos de título de la misma índole efectuados en otras áreas de la Universidad.

Se desarrolló un diagnóstico energético del Departamento de Electricidad, de acuerdo a lo estipulado en la Norma ISO50001.

De manera inicial, se realizó un inventario de equipos eléctricos, electrónicos y de iluminación mediante una matriz de consumo que registró la potencia total instalada y la frecuencia de uso mensual de cada uno de ellos, para así, determinar el consumo promedio de energía total y parcial. De esta forma, se elaboraron gráficos que muestran el consumo promedio mensual de; laboratorios, salas, pañol y pasillo, iluminación, equipos ofimáticos/técnicos, y climatización. Los gráficos de iluminación mostraron que el Laboratorio de Circuitos tiene el mayor consumo promedio mensual de electricidad, y además el mayor consumo promedio mensual de los equipos ofimáticos/técnicos. El Laboratorio de instalación tiene el mayor consumo promedio mensual de iluminación. Finalmente, el Departamento en su totalidad, registró un 64% de consumo en iluminación, 35% en equipos ofimáticos/técnicos y finalmente un 1% en climatización. Dicho análisis permitió identificar las oportunidades de mejora significativa para reducir costos y mejorar las prácticas medioambientales del personal de trabajo y los alumnos.

ÍNDICE

RESUMEN EJECUTIVO	
SIGLAS Y SIMBOLOGÍA	
INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVOS	3
OBJETIVO GENERAL	3
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
ALCANCE.....	3
JUSTIFICACIÓN.....	4
METODOLOGÍA.....	5
Fase 0: Recopilación de Información de los Equipos utilizados en el Edificio C y delimitación de sección a evaluar.....	5
Fase 1: Diagnóstico y Análisis del consumo eléctrico de equipos.....	6
Fase 2: Balance Energético y Oportunidad de Mejora.....	6
CAPÍTULO 1:ESTADO DEL ARTE	2
1.1 Consumidores.....	11
1.2 Edificios	14
1.3 Autoridades Públicas.....	15
1.4 Industrias, Productos y Servicios	15
1.5 Refrigeración y Calefacción.....	16
1.6 Financiamiento Innovador.....	17
1.7 ¿Cómo está Chile?.....	17
1.8 Menor demanda de energía en las construcciones	18

1.9 Planificación urbana, norma urbanística y energética chilena asociada al inmobiliario residencial.....	18
CAPÍTULO 2:MARCO LEGAL.....	11
2.1. Normativa Legal Chilena sobre Eficiencia Energética	23
2.1.1 Decreto Supremo N°594/2013 del Ministerio de Salud, sobre condiciones laborales y ambientales en los lugares de trabajo	23
2.1.2 NCH 3000 of 2006: eficiencia energética, refrigeradores, congeladores de uso doméstico, clasificación y etiquetado.....	27
2.1.3 NCH 3010 de 2006: eficiencia energética – lámparas incandescentes de uso doméstico y similares clasificación y etiquetado	27
2.1.4 NCH 3020 of 2006.....	27
2.1.5 Decreto Ley n° 2.224, de 1978 crea el ministerio de minería y la comisión nacional de energía.....	28
2.1.6 Decreto Supremo 97; aprueba reglamento que establece el procedimiento para la fijación de estándares mínimos de eficiencia energética y normas para su aplicación	29
2.1.7 Resolución 60 Exenta: fija estándar mínimo de eficiencia energética para lámparas no direccionales para iluminación general y su programa de implementación.....	29
2.2 Normas Europeas de Eficiencia Energética	31
2.2.1 Protocolo de KIOTO	31
2.2.2 Energy Policy Act of 2005.....	32
2.2.3 Directiva 2006/32/ce del Parlamento Europeo y del Consejo	33
2.2.4 Real Decreto 314/2006.....	33
2.2.5 Exigencia básica de ahorro de energía.....	34

2.2.6 Real Decreto 1027/2007	34
2.2.7 Real Decreto 1890/2008	35
2.2.8 Artículo 4: Eficiencia energética	35
2.2.9 Libro verde sobre la eficiencia energética	36
2.2.10 Sector público	36
CAPÍTULO 3: APLICACIÓN METODOLÓGICA DE LA ISO 50001	26
3.1 Procedimientos y requerimientos.....	41
3.2 Layout Edificio C	41
3.3 Zonificación Departamento de Electricidad.....	42
3.4 Inventario de equipos eléctricos y electrónicos de laboratorio. Estimación de consumo	45
3.4.1 Laboratorio de Electrónica.....	45
3.4.2 Laboratorio de Procesos.....	46
3.4.3 Laboratorio PLC. Control Electromagnético.....	47
3.4.4 Laboratorio de Máquinas	48
3.4.5 Hall de Laboratorio. Laboratorio de Instalación Eléctrica.....	48
3.4.6 Laboratorio de Circuitos	48
3.4.7 Pañol	49
3.4.8 Laboratorio de Mantenimiento.....	49
3.4.9 Laboratorio Luminotecnia 2	49
3.4.10 Pasillo.....	50
3.4.11 Laboratorio de Computación	50
3.4.12 Laboratorio de Luminotecnia 1.....	50
3.4.13 Sala de clases (memoristas)	51

3.4.14 Salade clases	51
3.4.15 Oficina Profesor Hermes.....	51
3.4.16 Oficina Iván Gesell	52
3.5 Matriz de Consumo Energético.....	52
CAPÍTULO 4:ANÁLISIS DE DATOS Y GRÁFICOS	46
4.1 Potencia total instalada y estimación de consumo por subsector del Departamento de Electricidad	57
4.2 Potencia Instalada y Estimación de Consumo por Uso en Departamento de Electricidad.....	62
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	65
Actualización de los Planos de Red Eléctrica	66
Indicadores de Desempeño.....	67
Acciones preventivas y correctivas	67
Reemplazo, Mantenimiento y Tiempo de Uso	68
BIBLIOGRAFÍA.....	69
ANEXOS.....	77
ANEXO A: MATRIZ ENERGÉTICA.....	75

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 3-1. Layout Edificio C de la UTFSM Sede Viña del Mar	42
Figura 3-2. Zonificación Edificio C. Departamento de Electricidad.....	43
Figura 3-3. Zonificación Departamento de Electricidad, primer piso.....	44
Figura 3-4. Zonificación Departamento de Electricidad, segundo piso.....	44
Figura 3-5. Matriz de Consumo Energético	53

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2-1: Decreto Supremo 594, Art. 103	24
Tabla 2-2: Decreto Supremo 594, Art. 104	25
Tabla 2-3: Decreto Supremo 594, Art. 105	26
Tabla 2-4: Decreto Supremo 594, Art. 106.....	26
Tabla 2-5: Comparación de costo, energía, desempeño y parámetros de producción de tecnologías de iluminación.....	28
Tabla 2-6: Resolución exenta 60	31
Tabla 4-7 Estimación de Consumo Mensual y Potencia Total Instalada por Subsector del Departamento de Electricidad	57
Tabla 4-8. Potencia Instalada y Estimación de Consumo por Uso	62

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 4-1. Potencia Instalada por Subsector del Departamento de Electricidad.....	58
Gráfico 4-2. Estimación de Consumo del Departamento de Electricidad	60
Gráfico 4-3. Potencia Total Instalada por Uso en Departamento de Electricidad.....	62
Gráfico 4-4. Estimación de Consumo por Uso en Departamento de Electricidad	63

SIGLAS Y SIMBOLOGÍA

A. SIGLAS

EE	: Eficiencia Energética
ONG	: Organización no Gubernamental
ACEE	: Consejo Americano para una Economía de Energía Eficiente
AChEE	: Agencia Chilena de Eficiencia Energética
NCh	: Norma Chilena
SI	: Sistema Internacional de Unidades
SGE	: Sistema de Gestión de la Energía

B. SIMBOLOGÍA

°C	: Grados Celsius
°F	: Grados Fahrenheit
A	: Amperio
cd	: Candela
dB	: Decibeles
Hz	: Hertz
km	: Kilómetro
kWh	: Kilowatt-Hora
lm	: Lumen
lx	: Lux
mA	: Miliamperios
min	: Minutos
nm	: Nanómetro
V	: Voltio
VA	: Volt-Amperio
W	: Vatio
Wh	: Watt-Hora

INTRODUCCIÓN

El crecimiento de las sociedades y del comercio mundial ha creado la necesidad de buscar una mejora continua de los productos, servicios y bienes debido al volumen de consumidores. Para ello, ha sido importante la mejora de los procesos productivos de una empresa mediante la optimización de los recursos o medios de los que dispone. A partir de este contexto, surge la necesidad de estandarización y el apoyo de estructuras organizativas dedicadas a uniformar la gestión en la empresa.

La Norma ISO 50001 especifica los requisitos para establecer, implementar, mantener y mejorar un sistema de gestión de la energía, con el propósito de permitir a una organización contar con un enfoque sistemático para alcanzar una mejora continua en su desempeño energético, incluyendo la eficiencia energética, el uso y el consumo de la energía. La experiencia internacional ha demostrado que la implementación de un sistema de gestión energética puede reducir el costo de facturación de energía de una empresa entre el 10 y el 25 %, en un lapso de 1-3 años, con períodos de recuperación de la inversión típicos inferiores a 2 años. Además de reducir el consumo para fomentar prácticas medioambientales coherentes con la realidad de escasez de recursos que se disponen.

Es por ello, que el presente trabajo pretende avanzar en los requisitos estipulados por la Norma ISO 50001 para una futura certificación, dando cumplimiento a la revisión energética mediante un diagnóstico energético al Edificio C, sector significativo dentro de la Universidad y acotándose al uso de energía eléctrica.

Para poder dar cumplimiento al diagnóstico energético, primeramente se realizará una delimitación del sector a evaluar. Dentro del Edificio C se encuentran varios departamentos que para efectos del presente trabajo se restringirá al Departamento de Electricidad. Luego se recopilará información respectiva a la frecuencia de uso, potencia total instalada y consumo promedio mensual de todos los equipos eléctricos, electrónicos y de iluminación que se utilizan en todos los subsectores dentro del mismo

departamento; laboratorios, salas, pañol y pasillos. Para ello se efectuarán entrevistas programadas con el profesor encargado. El registro de la información respectiva se almacenará en una matriz específica de consumo que permita clasificar y facilitar la información recopilada.

En segundo lugar se desarrollarán tablas de consumo para la elaboración de gráficos que permitan realizar un análisis para la identificación de los subsectores que tienen mayor consumo de manera general y particular. Y así también, determinar en porcentaje el consumo total del departamento en función de la iluminación, equipos ofimáticos/técnicos y climatización.

Finalmente se efectuarán conclusiones respecto a los gráficos desarrollados para identificar oportunidades de mejora. Se estimará el costo económico asociado al consumo de energía eléctrica del departamento y también, se propondrán acciones correctivas y preventivas coherentes con la gestión del recurso energético para el cuidado medioambiental, permitiendo la participación de todos los profesores y alumnos que integran dicho departamento.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Diagnosticar el uso del recurso energético en la USM, como parte del proyecto para proponer un modelo de Gestión de la Energía según los requisitos de la Norma ISO 50001.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar antecedentes del marco legal y estado del arte de los sistemas de gestión de energía.
- Levantar información de perfil de uso de energía, como parte de la recopilación de datos requeridos para la elaboración de la revisión energética de la USM JMC.
- Proponer y evaluar medidas de mejora a partir de análisis realizado.

ALCANCE

El diagnóstico de eficiencia energética, en cumplimiento del requisito de revisión energética de la norma ISO 50001, se realizará en el Departamento de Electricidad, ubicado en el Edificio C, zona sur, de la Universidad Técnica Federico Santa María Sede José Miguel Carrera.

Cabe señalar que se evaluará únicamente la energía de tipo eléctrica, por lo que se descartan otros tipos de energía contemplados en la normativa de referencia.

La recopilación de datos para el desarrollo del inventario de consumo de energía se efectuó considerando principalmente la información entregada por el encargado del Departamento mediante entrevistas programadas. Las variables principales para determinar el consumo promedio mensual fueron la potencia total instalada y la

frecuencia de uso de los distintos equipos eléctricos, electrónicos y de iluminación respectivos. El período de referencia para la estimación del consumo eléctrico es entre los meses de octubre y noviembre del año 2017.

JUSTIFICACIÓN

Los recursos energéticos son fundamentales para las operaciones de cualquier organización y pueden representar un costo importante para estas, independientemente de su actividad. Se puede tener una idea al considerar el uso de energía a través de la cadena de suministro de una empresa, desde la obtención de materias primas hasta el reciclaje y disposición de residuos.

Además de los costos económicos de la energía para una organización, puede imponer costos ambientales y sociales por el agotamiento de los recursos y contribuir a problemas tales como el cambio climático.

Es así como la eficiencia energética se ha convertido en una estrategia para ahorrar costos y disminuir el impacto derivados de estos requerimientos, siendo un tema de interés para cualquier actividad productiva o de servicios.

La norma ISO 50001, sobre Sistemas de Gestión de Energía SGE, publicada en junio de 2011, establece los requisitos que debe tener un sistema de gestión de la energía en una organización para ayudarla a mejorar su desempeño energético, aumentar su eficiencia energética y reducir los impactos ambientales, así como a incrementar sus ventajas competitivas dentro de los mercados en los que participan.

Usualmente dicha reducción en el consumo de energía se asocia a un cambio tecnológico, ya sea por la creación de nuevas tecnologías que incrementen el rendimiento de los artefactos o por nuevos diseños de máquinas y espacios habitables, los que pueden disminuir la pérdida de energía por calor. No obstante, no siempre es así, ya que la reducción en el consumo de energía puede estar vinculada a una mejor gestión o cambios en los hábitos y procedimientos en el uso de este recurso.

La Carrera de Ingeniería en Prevención de Riesgos Laborales y Ambientales está desarrollando la iniciativa “Diagnóstico energético de la USM JMC según Norma ISO 50001”, con la cual recopilará antecedentes que sirvan para evaluar el desempeño energético de esta Institución, y así fomentar la el liderazgo e innovación a nivel nacional en la implementación de prácticas medioambientales relacionado con el consumo de energía. Siendo la primera Casa de Estudios en Chile que avance en la certificación de la Norma ISO 50001.

METODOLOGÍA

La metodología efectuada para determinar el consumo de energía eléctrica, en cumplimiento de los requisitos 4.4.3 Revisión Energética de la Norma ISO50001, sigue las directrices generales otorgada por la Agencia Chilena de Eficiencia Energética en su “Guía de Implementación de Sistema de Gestión de la Energía Basada en ISO 50001”, y también, considera la investigación “Línea de Base Energética en la implementación de la Norma ISO 50001. Estudio de casos” para la formulación de gráficos y variables significativas. Se cuenta con las siguientes características:

Fase 0: Recopilación de Información de los Equipos utilizados en el Edificio C y delimitación de sección a evaluar.

Se realiza una descripción sectorial general mediante un layout que permite visualizar el sector donde se efectuará el levantamiento de datos. Además, acentuar la diferencia de los distintos laboratorios ubicados dentro del Departamento de Electricidad.

Registrar los equipos eléctricos, electrónicos y de iluminación que se utilizan en los laboratorios mediante las especificaciones cualitativas y cuantitativas otorgadas por el profesor encargado del Departamento. Así también, la utilización de una matriz de consumo eléctrico que permite ordenar los datos recopilados y facilitar la información respecto al consumo eléctrico específico y total.

Planificación de entrevistas programadas al encargado del Departamento para fortalecer la información recopilada, mejorar el lenguaje técnico utilizado por los profesionales del área eléctrica.

Fase 1: Diagnóstico y Análisis del consumo eléctrico de equipos

La energía utilizada por los equipos y dispositivos de consumo eléctrico se determinan considerando las siguientes fórmulas:

$$\text{Energía} = \text{Potencia [W]} * \text{tiempo[h]}$$

$$\text{Potencia [W]} = \text{Voltaje[V]} * \text{Corriente[A]}$$

Los gráficos en excel mostrarán el consumo de energía eléctrica en función de las siguientes variables:

- i) Consumo-tiempo
- ii) Consumo-uso
- iii) Consumo-laboratorio

El período de consumo energético abarca los diez meses de clases y los dos meses de vacaciones. El mes de referencia para la elaboración de la matriz energética está entre Octubre y Noviembre del año 2017.

Fase 2: Balance Energético y Oportunidad de Mejora

Durante la última fase se realizarán conclusiones respecto a los gráficos de consumo para determinar cuáles son las variables más significativas a considerar en las propuestas de mejora. Con ello, se podrán identificar los costos económicos asociados al consumo energético que tiene el Departamento de Electricidad, de tal manera que las acciones propuestas sean de carácter significativo, coherentes con la gestión del recurso eléctrico y efectivas de aplicar.

El compromiso medioambiental considera a todos los trabajadores y alumnos de la Universidad como parte de las políticas transversales a implementar, ubicándola entre los primeros establecimientos educativos en innovación de eficiencia energética.

CAPÍTULO 1: ESTADO DEL ARTE

El programa de investigación e innovación más ambicioso de la Unión Europea se llama *Horizon 2020* (Horizonte 2020) que cuenta con el respaldo político de dirigentes de la Unión y miembros del Parlamento Europeo. Todos ellos coinciden en que la inversión en materia de investigación e innovación es primordial para el futuro de Europa.

Horizonte 2020 es considerado un instrumento financiero, dotado de 80.000 millones de euros que se repartirán durante un período de siete años (2014-2020), cuyo objetivo es garantizar ciencia de primer nivel, eliminar las barreras de innovación y facilitar el trabajo conjunto de sectores públicos y privados para que los proyectos salgan a terreno rápidamente, alcanzando resultados eficientes. (European Commission, 2014)

El programa de trabajo de Horizonte 2020 tiene contemplado la Eficiencia Energética aportando un presupuesto aproximado de 194 millones de euros para el 2016 y 2017, y que sirva de apoyo en la innovación a través de:

- Investigación y demostración de tecnologías con soluciones más eficientes desde el punto de vista energético.
- Medidas de absorción del mercado para eliminar las barreras de gobernabilidad mediante la financiación, reglamentación y la mejora de las competencias y conocimiento. (European Commission, 2016)

Las áreas centrales de innovación se clasifican en:

1.1 Consumidores

Cambiar el comportamiento del consumidor para adquirir soluciones estratégicas sostenibles. Jugar un papel activo produciendo energías para su consumo, y de ser posible, abordar barreras no tecnológicas. Apoyar las acciones de investigación para comprender de manera adecuada la toma de decisiones de los consumidores y cuantificar los impactos positivos de la eficiencia energética. Colaborar con las

autoridades públicas y aumentar la capacidad para desarrollar políticas y planes energéticos sustentables. (European Commission, 2016).

El informe “PeoplehavethePower” (La Gente tiene el Poder), muestra 41 proyectos realizados y divididos en Campañas de Sensibilización y Consumo (11), Iluminación (7), Electrodomésticos (9), Productos Industriales y Comerciales (8), y Compra Verde (6), dentro de los cuales se destacan los siguientes:

a) El proyecto *myEconavigator* terminó el 31 de enero de 2016. Éste permitió la creación de *ecoGator*, una aplicación gratuita para dispositivos móviles que selecciona los electrodomésticos más eficientes del mercado, descargable aún para dispositivos iOS y Android. Esta aplicación realiza una exhaustiva comparativa entre los distintos aparatos que copan el mercado europeo de electrodomésticos. Existen multitud de marcas y modelos, y esta herramienta facilita la elección según la clase a la que pertenecen.

La aplicación dispone de un escáner que permite recoger datos de la etiqueta energética de electrodomésticos, como lavadoras, neveras, lámparas o televisores. Acota las posibilidades según un criterio ecológico, y cuenta con un semáforo que clasifica los aparatos y destaca cuál es un 20% más eficiente con el medioambiente (nota pie de página).

b) El proyecto *EURONET 50/50 max* tiene como principal objetivo motivar el ahorro energético en escuelas y edificios públicos mediante incentivos financieros. El 50% del ahorro económico obtenido gracias a las medidas de eficiencia energética adoptadas por los alumnos y los profesores se devuelve al colegio a través de un pago financiero. El 50% del ahorro económico es un ahorro neto para la autoridad local que paga las facturas energéticas.

Durante el 2013 y 2016 el proyecto se desarrolló en 500 escuelas y 48 edificios públicos en 13 países europeos dando como resultado el desarrollo de nuevos materiales y herramientas educativas para apoyar la aplicación de la metodología 50/50 en los colegios y edificios públicos. El ahorro energético mínimo en cada edificio involucrado alcanza el 8% anual.

c) El proyecto *BUTK (Bottom Up To Kyoto)* consistió en reducir las emanaciones de CO₂ mediante el uso de productos de iluminación energéticamente eficientes. Se utilizaron tres municipios como ejemplos y así procurar la superación de barreras que impedían cambiar tecnologías de iluminación y proporcionar especificaciones de licitación a otros municipios.

Dentro de los resultados más destacables se encuentran el análisis de los aspectos jurídicos claves para la implementación del proyecto y el financiamiento de terceros para alumbrado público e iluminación al interior de los municipios asociados, estudios de viabilidad técnica y económica identificaron soluciones opciones, costos y beneficios relacionados a la reducción de CO₂, indicando “período de amortización”. En tres de los municipios asociados se registró una reducción de emisiones de CO₂ por más del 40% anual.

d) El proyecto *ENERLIN* como iniciativa europea de iluminación residencial eficiente tenía como objetivo transformar el mercado de la iluminación promoviendo las lámparas fluorescentes compactas (CFLs). Considerando que la iluminación en la UE consume el 14% de todo el consumo de electricidad, ésta representa un área potencial para el ahorro de energía. Sustituyendo una lámpara incandescente por hogar se obtendría una ganancia de 11TWh y 1,2 MT menos de CO₂ por año.

e) La Agencia Energética de Austria promovió el proyecto *Premium Light* que tenía

como objetivo principal apoyar de manera fluida y eficaz la transición de tecnologías de iluminación antigua e ineficiente a una iluminación de alta eficiencia, dando medidas de apoyo y servicios de información orientada al consumidor. *Premium Light* no sólo facilitó dicha transición sino que también apoyó los nuevos instrumentos jurídicos de la UE. El proyecto hizo productos de iluminación de alta calidad y eficientes, asequibles a los compradores e incitando un mercado creciente y de precios más bajos para las lámparas LED. Los resultados obtenidos mostraron una participación de al menos 120 agentes de las autoridades públicas, asociaciones, servicios públicos de energía y otros, en las actividades de difusión. Cooperó con al menos 36 socios de los medios de comunicación para apoyar en la información completa sobre el desarrollo y los servicios de iluminación eficiente. Motivó a 10 millones de consumidores para comprar productos de iluminación de alta calidad y eficientes. (Executive Agency for Small and Medium-sized Enterprises, 2015).

1.2 Edificios

Representan el 40% del consumo de energía final, ofreciendo el mayor potencial para la mejora de la eficiencia y el ahorro en las facturas de energía. La financiación en esta área tiene como objetivo:

- a) Reducir el costo de las renovaciones dirigidas a mejorar la eficiencia energética
- b) Lograr un rendimiento casi cero de energía en los edificios, llamado *Nearly Zero-Energy Buildings (NZEB)*.
- c) Eliminar las barreras de mercado.
- d) Estimular el mercado para renovaciones impulsadas por la eficiencia energética.
- e) Posibilitar una mayor armonización en el cálculo del rendimiento energético y la certificación de los edificios.

- f) Tener un personal de construcción calificado, incluyendo los sistemas apropiados de certificación y acreditación.
- g) Fomentar la participación ciudadana en la eficiencia energética.
- h) Trabajar para la interoperabilidad e interacción con las redes de energía de los edificios y sus sistemas de gestión energética.
- i) Apoyar las actividades de las asociaciones públicas y privadas sobre la eficiencia energética en edificios. (European Commission, 2016)

1.3 Autoridades Públicas

El desempeño de los organismos públicos debe ser ejemplar en todos sus niveles de eficiencia energética. Se busca aumentar y lograr que las autoridades públicas cuenten con la capacidad adecuada para desarrollar y aplicar ambiciosas políticas y planes energéticos sostenibles. (European Commission, 2016)

1.4 Industrias, Productos y Servicios

La industria y el sub-área de servicios y productos, está orientada a mejorar la eficiencia energética, los procesos de producción y las tecnologías en apoyo de la competitividad de la industria y los servicios de la UE, teniendo en cuenta los objetivos energéticos y climáticos.

En el sector de la industria, las inversiones en eficiencia energética pueden llevar a importantes beneficios operacionales de productividad, y además, representar hasta 2,5 veces (250%) el valor del ahorro energético. Se pretenden abordar diseños de procesos de fabricación, recuperación de energía, auditorías y sistemas de gestión energéticas. Reutilizar los residuos industriales y optimizar la cadena de valor y simbiosis industrial. (European Commission, 2016)

Algunos de los proyectos financiados por *Horizon 2020* fueron los siguientes:

a) I-ThERM; Conversión y gestión en la recuperación de energía térmica industrial. (Community Research and Development Information Service, 2015)

b) Indus3Es; Las grandes cantidades de calor residual son continuamente rechazadas de las industrias. La mayor parte de esta energía de desperdicio es de baja calidad y no es práctica o económica para recuperarlo con las tecnologías actuales. El proyecto Indus3Es desarrollará un innovador transformador de calor de absorción (AHT) para este propósito, enfocado a la recuperación de calor residual a baja temperatura (por debajo de 130°C). El sistema Indus3Es recuperará y revalorizará eficazmente alrededor del 50% del calor residual a baja temperatura, aumentando la calidad de la fuente de residuos a la temperatura requerida y reutilizándola nuevamente en el proceso industrial. (Community Research and Development Information Service, 2015)

c) SUSPIRE; Producción sostenible de energía industrial recuperada, utilizando tecnologías de almacenamiento y disipación de energía. (Community Research and Development Information Service, 2015)

1.5 Refrigeración y Calefacción

Constituyen alrededor de la mitad del consumo final de energía de la UE y el mayor sector de uso final de energía, por delante del transporte y la electricidad. Alrededor del 85% de la calefacción y la refrigeración se produce a partir de gas natural, carbón, productos petrolíferos y electricidad no-RES. Sólo el 15% se genera a partir de energía renovable. Esto demuestra que el sector de la calefacción y la refrigeración tiene un papel crucial que desempeñar en la transición de la UE hacia un sistema energético eficiente y descarbonizado, así también, el logro de la seguridad energética a largo plazo. El desafío es moderar la demanda de calefacción y

refrigeración, aumentar la eficiencia energética en el suministro, maximizar el uso de energía renovable y reducir el costo de calefacción y refrigeración a niveles asequibles para todos. (Executive Agency for SMEs, 2016).

1.6 Financiamiento Innovador

Para cubrir una necesidad de financiación de alrededor de 100 000 millones de euros al año, la financiación innovadora de la sub-área de eficiencia energética tiene por objeto aumentar la inversión mediante una mayor participación del capital privado en los mercados de inversión en eficiencia energética. Las actividades se centran en:

- a) Desarrollar mecanismos innovadores de financiamiento, instrumentos de inversión y esquemas de eficiencia energética que permitan la demostración y aprovechamiento de casos de negocio relacionados con el ahorro energético.
- b) Inicio de un mercado de gran escala para la financiación de la eficiencia energética.
- c) Aumento de la confianza de los inversores y la creación de capacidad.
- d) Aprovechamiento de las soluciones existentes y despliegue de los servicios energéticos para acercar a los grupos interesados relevantes ya las organizaciones de mercado.
- e) Acelerar el desarrollo del mercado. (Executive Agency for SMEs, 2016).

1.7 ¿Cómo está Chile?

Según estadísticas de la Agencia Internacional de Energía, el consumo per cápita de Chile, es casi el doble del promedio de los países de Latinoamérica, y a su vez es la mitad del promedio de países OCDE. “Esto significa que, dadas las perspectivas de crecimiento de nuestra economía, los consumos van a seguir aumentando y es por eso que debemos preocuparnos hoy en como diseñamos las nuevas viviendas, industrias y

ciudades para que consuman menos energía en los próximos cincuenta años, entre otros factores relacionados”, dice Michel De Laire.

Alex Godoy, director del Magister en Gestión de la Sustentabilidad de la Universidad del Desarrollo, establece que una de las principales barreras en eficiencia está relacionada con los bajos niveles de personal adecuado al interior de las organizaciones. “La idea es que estos temas se puedan insertar como una herramienta de ingeniería y no como se ha hecho hasta ahora, mediante control de gastos recortándolos bajo una perspectiva comercial. A Chile le hace falta Ingeniería”. (Nuñez, 2015)

1.8 Menor demanda de energía en las construcciones

Si se aplican criterios de diseño eficiente en la construcción de edificios es posible reducir la demanda energética hasta casi en un 50%. Por ejemplo, los costos de calefacción pueden bajar hasta en un 70%. El confort de la vivienda aumenta y su valor comercial se acrecienta. Las viviendas eficientes son cada vez más requeridas. (4echile, 2017)

1.9 Planificación urbana, norma urbanística y energética chilena asociada al inmobiliario residencial

Si bien la luz solar esta resguardada en la legislación chilena, no es evidente su incorporación en la norma urbanística respecto a la forma de ocupación de suelos. En efecto, la Ordenanza General de Urbanismo y Construcción establece conceptos asociados tales como los distanciamientos, rasantes, sombras, forma arquitectónica, pero no explicita la variable energética solar como un bien a resguardar en el emplazamiento de los edificios. La agenda política de energía chilena establece entre uno de sus ejes el desarrollo de recursos energéticos propios y un sector energético eficiente en la gestión del consumo. Esto induce a pensar en la revalorización de la arquitectura y el urbanismo

solar como un aporte desde la disciplina. En efecto, entre estos ejes de la agenda se definen líneas de acción y metas tales como estimular la integración de las ERNC concordante con la Ley de Fomento de las ERNC; el desarrollo de un mercado de las ERNC de autoconsumo socialmente eficiente; Eficiencia Energética como Política de Estado y medidas para masificar los proyectos de eficiencia energética. (Jirón, Vázquez Palau, Zamorano, & Acevedo, 2016)

En la actualidad se observa que la aplicación de proyectos con Net Billing en Chile es ya una realidad aunque esté en su fase inicial y presente aún dificultades propias de la inexperiencia; enmarcadas en la Ley 20.571 de Generación Distribuida. Los subsidios a la implementación de colectores solares en viviendas sociales durante el período 2010 a 2013 activaron la implementación de sistemas solares térmicos en viviendas nuevas unifamiliares, en la escala de barrios. Iniciativa que acaba de repetirse con la renovación de la franquicia tributaria otorgada por la Ley N°20.365, extendiendo así su vigencia al 31 dic 2020 (DO. 05/02/2016). Esta ley focaliza en dos ejes: calentamiento de agua caliente para viviendas nuevas (franquicia a las constructoras) y viviendas sociales (subsidio a familias canalizada a través de las empresas). Por otro lado, la Corporación de Desarrollo Tecnológico, organismo dependiente de la Cámara de la Construcción ha desarrollado desde el año 2010 documentos de apoyo para la implementación de sistemas solares térmicos y fotovoltaicos, y más recientemente manuales para el diseño y dimensionamiento de sistemas conectados a red. La venta de viviendas de sectores de ingresos medios en edificios de media altura, que ofrecían sistemas solares térmicos y reducción en costos de operación, para disponer de agua caliente sanitaria, fue un plus que actuó positivamente en la velocidad de venta de las unidades residenciales. Edificios aislados de gran altura que buscaban liderar el diseño ambiental y energético fueron enarbolados como estándares por la innovación tecnológica y el ahorro en los costos de energía de los usuarios. (Jirón, Vázquez Palau, Zamorano, & Acevedo, 2016, pág. 4)

CAPÍTULO 2: MARCO LEGAL

2.1. Normativa Legal Chilena sobre Eficiencia Energética

Según la AChEE la eficiencia se define como “el uso apropiado de la energía según el tipo de aparato o actividad relacionada. Un aparato, proceso o instalación es energéticamente eficiente cuando consume una cantidad inferior a la media de energía para realizar una actividad”.

El uso eficiente de la energía busca reducir la cantidad de energía eléctrica y de combustibles que utilizamos, pero conservando la calidad y el acceso a bienes y servicios. Usualmente dicha reducción en el consumo de energía se asocia a un cambio tecnológico, ya sea por la creación de nuevas tecnologías que incrementen el rendimiento de los artefactos o por nuevos diseños de máquinas y espacios habitables, los que pueden disminuir la pérdida de energía por calor. No obstante, no siempre es así, ya que la reducción en el consumo de energía puede estar vinculada a una mejor gestión o cambios en los hábitos y actitudes.

A su vez explora en medidas y acciones, para proteger el medio ambiente mediante la reducción de la intensidad energética, habituando al usuario a consumir lo necesario y no más.

2.1.1 Decreto Supremo N°594/2013 del Ministerio de Salud, sobre condiciones laborales y ambientales en los lugares de trabajo

El lugar de trabajo que se estudiará debe contar luz natural o artificial mínima en una cantidad en lux que dependerá del tipo de trabajos que se realicen (Ver tabla 2-1).(DS 594 art 103; 2008)

Lugar o Faena	Iluminación Expresa en Lux (Lx)
Pasillos, bodegas, salas de descanso, comedores, servicios higiénicos, salas de trabajo con iluminación suplementaria sobre cada máquina o faena, salas donde se efectúen trabajos que no exigen discriminación de detalles finos o donde hay suficiente contraste.	150
Trabajo prolongado con requerimiento moderado sobre la visión, trabajo mecánico con cierta discriminación de detalles, moldes en fundiciones y trabajos similares.	300
Trabajo con pocos contrastes, lectura continuada en tipo pequeño, trabajo mecánico que exige discriminación de detalles finos, maquinarias, herramientas, cajistas de imprenta, monotipias y trabajos similares.	500
Laboratorios, salas de consulta y de procedimientos de diagnóstico y salas de esterilización.	500 a 700
Costura y trabajo de aguja, revisión prolija de artículos, corte y trazado.	1000

Lugar o Faena	Iluminación Expresa en Lux (Lx)
Trabajo prolongado con discriminación de detalles finos, montaje y revisión de artículos con detalles pequeños y poco contraste,	1500 a 2000

relojería, operaciones textiles sobre género oscuro y trabajos similares.	
Sillas dentales y mesas de autopsias.	5000
Mesa quirúrgica	20000

Tabla 2-1:
Decreto
o
Supremo
594,
Art.
103

L

Los valores indicados en la tabla se entenderán medidos sobre el plano de trabajo o a una altura de 80 centímetros sobre el suelo del local en el caso de iluminación general. Cuando se requiera una iluminación superior a 1.000 Lux, la iluminación general deberá complementarse con luz localizada. Quedan excluidos de estas disposiciones aquellos locales que en razón del proceso industrial que allí se efectúe deben permanecer oscurecidos. (Salud, Ministerio de, 2015, pág. 35)

En ciertas áreas de trabajo se requerirá de iluminación localizada la cuales dependerá de la iluminación general (Ver tabla 2-2).(DS 594 art 104; 2008)

Iluminancia General (Lux)	Iluminación Localizada (Lux)
150	250
250	500
300	1000
500	2000
600	5000
700	10000

Tabla 2-2: Decreto Supremo 594, Art. 104

La cantidad de luminancia (que corresponde al brillo) dependerá de la complejidad de la tarea que se efectúe (Ver tabla 2-3).(DS 594 art 105; 2008)

Tarea	Luminancia en cd/m²
Demasiado Difícil	Más de 122,6
Muy Difícil	35,0 – 122,6
Difícil	12,3 – 35,0
Ordinaria	5,3 – 12,3
Fácil	Menor de 5,3

Tabla 2-3: Decreto Supremo 594, Art. 105

La relación entre la zona en que se efectúe la tarea que requiera de una mayor luminancia (brillantez) y las otras zonas del campo visual corresponde a las señaladas a continuación (Ver tabla 2-4). (DS 594 art 106; 2008)

5 a 1	Entre tareas y los alrededores adyacentes.
20 a 1	Entre tareas y las superficies más remotas.
40 a 1	Entre las unidades de iluminación (o del cielo) y las superficies adyacentes a ellas.
80 a 1	En todas partes dentro del medio ambiente del trabajador.

Tabla 2-4: Decreto Supremo 594, Art. 106

2.1.2NCH 3000 of 2006: eficiencia energética, refrigeradores, congeladores de uso doméstico, clasificación y etiquetado

Establece la metodología para la clasificación de refrigeradores, congeladores y refrigeradores-congeladores de uso doméstico alimentados por la red eléctrica de acuerdo con su desempeño energético. Además, indica el método de ensayo y las características de la etiqueta de eficiencia energética. Esta norma también establece los requisitos que debe cumplir la etiqueta de eficiencia energética de los aparatos. (Combustible, Superintendencia de electricidad y, 2006, pág. 1)

2.1.3NCH 3010 de 2006: eficiencia energética – lámparas incandescentes de uso doméstico y similares clasificación y etiquetado

Establece una metodología para la clasificación de eficiencia energética de las lámparas incandescentes de uso doméstico y similar alimentadas por la red eléctrica. La clasificación se hace de acuerdo con su potencia y flujo luminoso. También establece los requisitos que debe cumplir la etiqueta de eficiencia energética de las lámparas incandescentes y es aplicable a las lámparas incandescentes de filamento de tungsteno para uso doméstico y usos similares para iluminación general. (Combustibles, Superintendencia de electricidad, 2006, pág. 1)

2.1.4NCH 3020 of 2006: eficiencia energética: lámparas fluorescentes compactas circulares y tubulares de uso doméstico, clasificación y etiquetado

Establece una metodología para la clasificación de eficiencia energética de las lámparas fluorescentes compactas, circulares y tubulares de uso doméstico y/o similar alimentadas por la red eléctrica. Esta clasificación se hace de acuerdo con su potencia y flujo luminoso. También establece los requisitos que debe cumplir la etiqueta de

eficiencia energética de las lámparas fluorescentes y es aplicable a las lámparas fluorescentes compactas integradas o no con balasto electromagnético o electrónico, circular y tubular.(Ver tabla 2-5). (Departamento Técnico de productos, 2008)

	Incandescente	Tungsteno-Halógeno	Fluorescente compacta	Diodo emisor de luz
Costo inicial	Muy Bajo	Bajo a Medio	Bajo a Medio	Alto muy alto
Vida media	<1000h	<4000 h	<20000 h	<50000 h
Eficiencia lumínica	<12 lm/W	<15 lm/W	<70 lm/w	<120 lm/W
Eficiencia luminosa relativa	Muy Baja	Hasta 15% de ahorro en comparación con incandescente. Con gas xenón y otras mejoras hasta 30% de ahorro en comparación con las lámparas incandescentes	Hasta 80% de ahorro de energía en comparación con las lámparas incandescentes	Hasta 90% de ahorro de energía en comparación con las lámparas incandescentes
Costo por vida útil	Alta	Alta	Bajo	Medio a Bajo
Complejidad técnica y de producción	Baja	Media	Alta	Muy Alta

Tabla 2-5: Comparación de costo, energía, desempeño y parámetros de producción de tecnologías de iluminación

2.1.5 Decreto Ley n° 2.224, de 1978 crea el ministerio de minería y la comisión nacional de energía

El Ministerio de Energía es la institución de Gobierno responsable de elaborar y coordinar de manera transparente y participativa, los distintos planes, políticas y normas para el desarrollo del sector energético del país.

Dentro de sus responsabilidades esta la fijación, mediante estándares mínimos de eficiencia energética que deberán cumplir los productos, máquinas, instrumentos y aparatos que utilicen cualquier tipo de recurso energético.(Chile, 1978)

Por otro ámbito la comisión nacional de energía es un organismo público y descentralizado con la capacidad para adquirir y ejercer derechos y obligaciones, mediante el Ministerio de Energía, regulando el sector energético asegurando un desarrollo energético, sustentable, buscando el bien común de la sociedad. (Energía, 1978)

2.1.6 Decreto Supremo 97; aprueba reglamento que establece el procedimiento para la fijación de estándares mínimos de eficiencia energética y normas para su aplicación

Según lo estipulado en la letra h) del artículo 4° del D.L N°2224 tiene por objeto *“establecer el procedimiento conforme al cual se fijarán los estándares mínimos de eficiencia energética que deberán cumplir los productos, máquinas, equipos, artefactos y materiales que utilicen cualquier tipo de recurso energético”*.(Chile, 1978).

Una vez establecido estos requisitos mínimos se debe tener en consideración antecedentes internacionales respecto a un determinado producto, las especificaciones y características técnicas, tales como consumo energético, y las estimaciones de impacto energético y ambiental. (ENERGÍA, 2012)

2.1.7 Resolución 60 Exenta: fija estándar mínimo de eficiencia energética para lámparas no direccionales para iluminación general y su programa de implementación

Según lo estipulado en la letra h) del artículo 4° del D.L N°2224 tiene por objeto *“establecer el procedimiento conforme al cual se fijarán los estándares mínimos de eficiencia energética que deberán cumplir los productos, máquinas, equipos,*

artefactos y materiales que utilicen cualquier tipo de recurso energético". (Ministerio de justicia y derechos humanos; Defensoría penal pública, 2017)

Resuelto lo anterior, se fijarán los estándares mínimos de eficiencia energética para lámparas no direccionales para iluminación general en las cuales se estable la prohibición de comercializar, *"aquellas lámparas incandescentes que tengan un Índice de eficiencia energética mayor o igual a 80%. Se entiende por lámparas incandescentes aquellas lámparas de filamento de tungsteno, que presentan una potencia nominal entre 25 W y 200 W"*. (Energia, 2013)

El Índice de eficiencia energética se calcula de la siguiente forma

$$\text{Índice de eficiencia energética} = \frac{P}{Pr} \times 100$$

En donde:

$$Pr = 0,20 \times \phi \quad \text{para } \phi \leq 34 \text{ lm}$$

$$Pr = (0,88 \times \sqrt{\phi}) + (0,049)\phi \quad \text{para } \phi \geq 34 \text{ lm}$$

En que:

P: Potencia de la lámpara expresada en Watt (W)

Pr: Potencia de referencia expresada en Watt (W)

ϕ : Flujo luminoso de la lámpara, expresado en lumen (lm)

Fijase el siguiente programa de implementación para el estándar mínimo de eficiencia energética señalado en el numeral anterior. (Ver tabla 2-6).

Transcurridos 12 meses desde la dictación de la resolución.	Lámparas incandescentes de potencia superior a 75 W.
---	--

Transcurridos 18 meses desde la dictación de la resolución.	Lámparas incandescentes de potencia superior a 40 W.
Transcurridos 24 meses desde la dictación de la resolución.	Lámparas incandescentes de potencia igual o superior a 25 W.

Tabla 2-6: Resolución exenta 60

Esto es equivalente a señalar que:

- Se prohíbe la comercialización, por parte del fabricante y/o importador, de lámparas incandescentes cuya clase de eficiencia energética sea D, E, F o G, para potencias superiores a 75 W, transcurridos 12 meses desde la dictación de la resolución.

- Se prohíbe la comercialización, por parte del fabricante y/o importador, de lámparas incandescentes cuya clase de eficiencia energética sea D, E, F o G, para potencias superiores a 40 W, transcurridos 18 meses desde la dictación de la resolución.

- Se prohíbe la comercialización, por parte del fabricante y/o importador, de lámparas incandescentes cuya clase de eficiencia energética sea D, E, F o G, para potencias iguales o superiores a 25 W, transcurridas 24 meses desde la dictación de la resolución.

2.2 Normas Europeas de Eficiencia Energética

2.2.1 Protocolo de KIOTO

El Protocolo de Kioto se inscribe dentro del Convenio Marco de la ONU sobre cambio climático. Pide que los países industrializados reduzcan sus emisiones de gases que contribuyen al calentamiento del globo en aproximadamente un 5% por debajo de los niveles de 1990 para el período 2008-2012. Los países adoptaron diferentes porcentajes objetivo dentro de este compromiso general. Permite que los participantes en el Protocolo de Kioto deduzcan las emisiones en sus países de origen y/o beneficiarse de

los llamados mecanismos flexibles (Comercio de Emisiones, el Desarrollo Limpio y la Aplicación Conjunta), así como contabilizar el carbono absorbido por los llamados sumideros como los bosques o las tierras de cultivo. Se impondrán sanciones a aquellos países que no cumplan sus objetivos.(Vallecillo, 1998)

Con el fin de promover el desarrollo sostenible, se estableció que cada una de las Partes deben cumplir los compromisos cuantificados de limitación y reducción de las emisiones en donde deberán aplicar y/o seguir elaborando políticas y medidas de conformidad con sus circunstancias nacionales, por ejemplo, las siguientes:

- Fomento de la eficiencia energética en los sectores pertinentes de la economía nacional.
- Investigación, promoción, desarrollo y aumento del uso de formas nuevas y renovables de energía, de tecnologías de secuestro del dióxido de carbono y de tecnologías avanzadas y novedosas que sean ecológicamente racionales.(Unidas, 1998)

2.2.2 EnergyPolicyAct of 2005

La Política de eficiencia energética del 2005, ofrece a los consumidores y las empresas federales, créditos tributarios (beneficios tributarios) por la compra de vehículos eléctricos híbridos, que usen en forma eficiente el combustible, además de la construcción y remodelación de edificaciones y la compra de artefactos y productos energéticamente eficientes. Además, realiza inversiones de alto riesgo en investigación y desarrollo de alto valor, que no lo podría realizar el sector privado en forma independiente, acción fundamental para asegurar el abastecimiento energético en el futuro. Con todas estas acciones, intervenciones y subvenciones, se ha logrado introducir el concepto de eficiencia energética en las instituciones, las empresas y los usuarios, que son los que finalmente exigen que la eficiencia energética esté presente en los productos que compran y arriendan.(Efernergia, 2005)

La presente política tiene como objetivo primordial aumentar el suministro de energía, estableciendo normas que aumenten el uso de ciertos tipos de energía y tecnologías de ahorro de energía. Las fuentes y tecnologías de energía promovidas por la ley incluyen algunas que son amigables con el clima, incluso algunas cuyo uso mitigará grandes emisiones de dióxido de carbono (CO₂).

Uno de los temas tratados son medidas de ahorro de energía y agua, en edificios donde se desarrollará, actualizará e implementará un plan de conservación de la energía y el plan de gestión. (Congress, 2005)

2.2.3 Directiva 2006/32/ce del Parlamento Europeo y del Consejo

Sobre la eficiencia del uso final de la energía y los servicios energéticos y por la que se deroga la Directiva 93/76/CEE del Consejo.

La finalidad de la presente Directiva es fomentar la mejora rentable de la eficiencia del uso final de la energía en los Estados miembros:

- Aportando los objetivos orientativos, así como los mecanismos, los incentivos y las normas generales institucionales, financieras y jurídicas necesarias para eliminar los obstáculos existentes en el mercado y los defectos que impidan el uso final eficiente de la energía.
- Creando las condiciones para el desarrollo y el fomento de un mercado de servicios energéticos y para la aportación de otras medidas de mejora de la eficiencia energética destinadas a los consumidores finales. (Parlamento Europeo y del Consejo, 2006)

2.2.4 Real Decreto 314/2006

El código técnico de la edificación, es el marco normativo por el que se regulan las exigencias básicas de calidad que deben cumplir los edificios, incluidas sus instalaciones, para satisfacer los requisitos básicos de seguridad y habitabilidad.

Para este rigen una serie de exigencias básicas de calidad que deben cumplir los edificios donde se refieren a materias de seguridad (seguridad estructural, seguridad contra incendios, seguridad de utilización) y habitabilidad (salubridad, protección frente al ruido y ahorro de energía, 2006).

2.2.5 Exigencia básica de ahorro de energía

El objetivo básico de ahorro de energía consiste en alcanzar un uso racional de la energía esencial para la utilización de los edificios, disminuyendo a límites sostenibles su consumo y conseguir asimismo que una parte de este consumo proceda de fuentes de energía renovable, como consecuencia de las características de su proyecto, construcción, uso y mantenimiento.

Según el artículo 15.3 la eficiencia energética de las instalaciones de iluminación: *“los edificios dispondrán de instalaciones de iluminación adecuadas a las necesidades de sus usuarios implementado de un sistema de regulación que optimice el aprovechamiento de la luz natural, en las zonas que reúnan unas determinadas condiciones”*. (Ministerio de Vivienda, 2006).

2.2.6 Real Decreto 1027/2007

El reglamento de instalaciones térmicas en los edificios, tiene por esencia establecer las exigencias de eficiencia energética y seguridad que deben cumplir las instalaciones térmicas en los edificios destinadas a atender la demanda de bienestar e higiene de las personas, durante su diseño y dimensionado, ejecución, mantenimiento y

uso, así como determinar los procedimientos que permitan acreditar su cumplimiento. (Ministerio de la Presidencia, 2007)

Es decir, las instalaciones térmicas deben diseñarse, calcularse, y utilizarse de tal forma que se reduzca el consumo de energía de estas y, como resultado, las emisiones de gases de efecto invernadero y otros contaminantes atmosféricos. Por ende, la aplicación de un sistema de eficiencia energética deberá cumplir así algunos requisitos, tales como; la distribución de calor y frío; regulación y control de instalaciones; en conjunto con la utilización de energías renovables. (Ministerio de la Presidencia, 2007)

2.2.7 Real Decreto 1890/2008

El presente reglamento tiene por objeto establecer las condiciones técnicas de diseño, ejecución y mantenimiento que deben reunir las instalaciones de alumbrado exterior, con la finalidad de:

- Mejorar la eficiencia y ahorro energético, así como la disminución de las emisiones de gases de efecto invernadero.
- Limitar el resplandor luminoso nocturno o contaminación luminosa y reducir la luz intrusa o molesta.

No es objeto del presente reglamento establecer valores mínimos para los niveles de iluminación en los distintos tipos de vías o espacios a iluminar, que se regirán por la normativa que les sea de aplicación. (Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, 2006)

2.2.8 Artículo 4: Eficiencia energética

Con el fin de lograr una eficiencia energética adecuada en las instalaciones de alumbrado exterior, estas deberán cumplir, al menos, con los requisitos siguientes:

- Los niveles de iluminación de la instalación no superen lo establecido en la instrucción técnica complementaria ITC-EA 02, salvo casos excepcionales, que requerirán autorización previa del órgano competente de la administración pública.
- Para el alumbrado vial, se cumplan los requisitos mínimos de eficiencia energética establecidos en la ITC-EA-01. Para el resto de instalaciones de alumbrado, se cumplan los requisitos de factor de utilización, pérdidas de los equipos, factor de mantenimiento y otros establecidos en las instrucciones técnicas complementarias correspondientes.
- En donde se requiera, dispongan de un sistema de accionamiento y de regulación del nivel luminoso, tal y como se define en la ITC-EA-04. (Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, 2008).

2.2.9 Libro verde sobre la eficiencia energética

Con este Libro Verde, la Comisión desea reactivar la actividad de la Unión Europea (UE) en materia de ahorro energético. La Comisión invita a las autoridades públicas a responsabilizar al conjunto de los ciudadanos y las empresas recompensando los comportamientos de ahorro. La eficiencia energética es un importante reto, sobre todo dado a la amenaza que la actual evolución del consumo de energía supone para el medio ambiente y el crecimiento económico de la UE. Deben realizarse esfuerzos sobre todo en los sectores del transporte, la producción de energía y los edificios. (Comisión de las Comunidades Europeas, 2005)

2.2.10 Sector público

El sector público debería desempeñar un papel ejemplar en la eficiencia energética. No sólo cuenta con los medios apropiados, sino que también tiene una responsabilidad hacia los ciudadanos europeos. Dicho papel ejemplar se podría plasmar

en la inclusión obligatoria de criterios de eficiencia energética en los contratos públicos y en la utilización de contratos de ahorro de energía en los edificios. Con respecto al transporte, el sector público debería intentar renovar las actuales flotas de transporte públicas con vehículos más eficientes y menos contaminantes, teniendo en cuenta que, cuando se compra un elevado número de vehículos, se reducirá considerablemente el precio a pagar. También se debería hacer un esfuerzo por usar bombillas más eficientes en el alumbrado de las calles.

Las autoridades públicas tienen además la responsabilidad de velar por el hecho de que se transmita información a los ciudadanos para que estos puedan consumir la energía más eficientemente, insistiendo en los efectos positivos que ello les reportará individualmente, y para la sociedad en su conjunto. El ponente cree que la Unión Europea también debería desempeñar una función similar, pero reconoce que las autoridades nacionales y locales tienen una mejor comprensión de las tendencias demográficas, y del comportamiento de su país, región o localidad. (Comisión de las Comunidades Europeas, 2005).

CAPÍTULO 3: APLICACIÓN METODOLÓGICA DE LA ISO 5001

3.1 Procedimientos y requerimientos

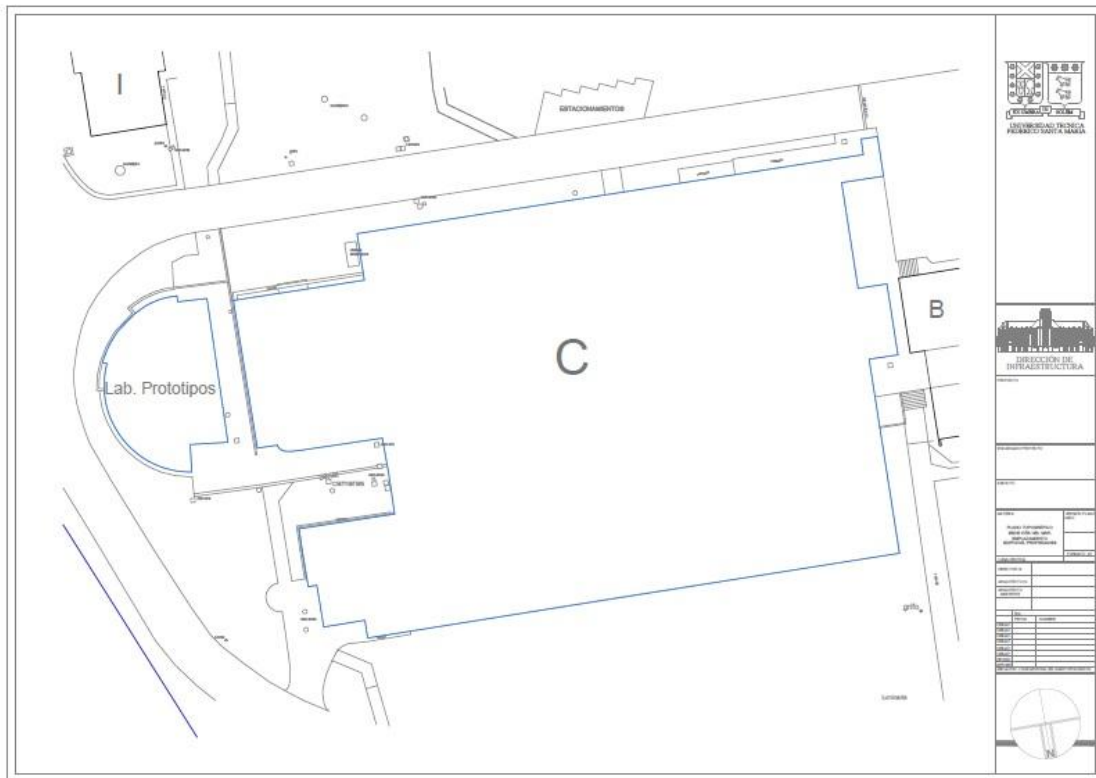
La ISO 50001 se basa en un modelo ISO de sistemas de gestión, permitiendo a una organización definir una estructura probada para lograr la mejora continua en sus procedimientos y procesos. Especifica los requisitos para establecer, implementar, mantener y mejorar un SGE, con el propósito de permitir a una organización contar con un enfoque sistemático para alcanzar una mejora continua en su desempeño energético, incluyendo la eficiencia energética, el uso y consumo de la energía (Laire, Guía de Implementación de Sistema de Gestión de la Energía Basado en ISO 50001, pág. 10).

Dado que la revisión energética del punto 4.4.3 de la ISO 50001 es un requerimiento medular en la implementación de la normativa y también forma parte de los objetivos de la presente memoria, la metodología es la siguiente:

- Realizar un Layout del sector y subsector del Edificio C. De esta manera se podrá identificar cual es el área en que se realizan las mediciones y tener una separación de los demás departamentos que lo conforman.
- Elaboración de documento excel de inventario de eficiencia energética y entrevistas programadas a Docente de Laboratorio de Electricidad para determinar qué equipos se utilizan en laboratorio, salas y oficinas, cuál es su consumo promedio diario, mensual y anual, y finalmente, qué equipos no se considerarán en la medición dado que su consumo es despreciable.

3.2 Layout Edificio C

El Edificio C (ver figura 3-1) considera los departamentos de Electricidad, Construcción, Mecánica, Minería y Metalurgia, Laboratorio de Prototipos, Laboratorio de Computación, Concesión Fotocopiadora y Kiosko.



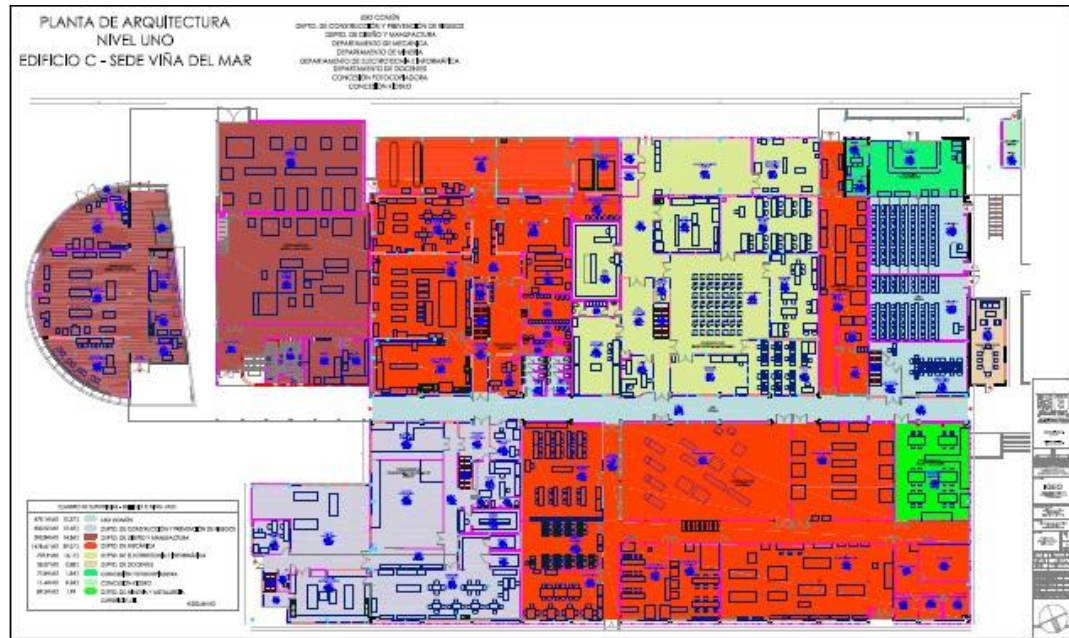
Fuente: Dirección de Infraestructura Universidad Técnica Federico Santa María

Figura 3-1. Layout Edificio C de la UTFSM Sede Viña del Mar

Cabe señalar que la presente investigación considera únicamente al Departamento de Electricidad.

3.3 Zonificación Departamento de Electricidad

El Departamento de Electricidad es el sector marcado con color pardo. Cuenta con diez laboratorios, dos salas de clases, dos oficinas, un pañol y un pasillo. (Ver figura 3-2, 3-3 y 3-4)



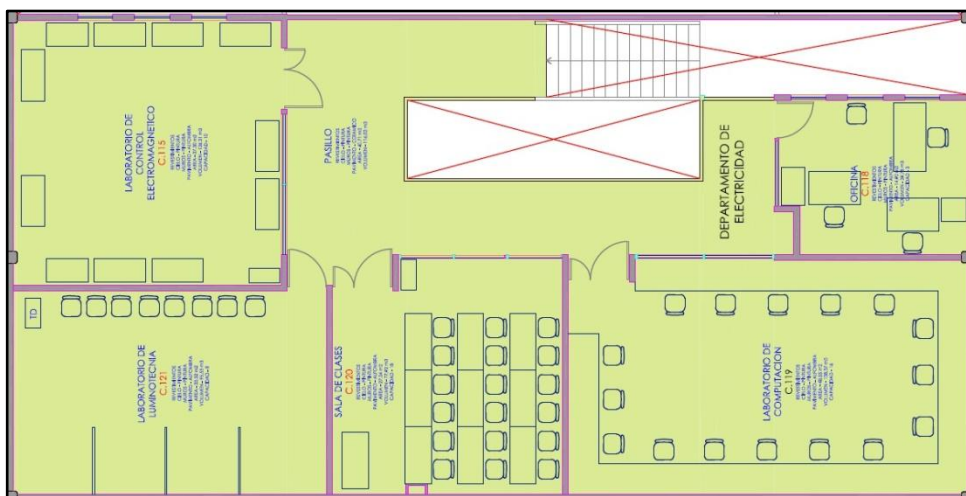
Fuente: Dirección de Infraestructura Universidad Técnica Federico Santa María

Figura 3-2. Zonificación Edificio C. Departamento de Electricidad



Fuente: Dirección de Infraestructura Universidad Técnica Federico Santa María

Figura 3-3. Zonificación Departamento de Electricidad, primer piso



Fuente: Dirección de Infraestructura Universidad Técnica Federico Santa María

Figura 3-4. Zonificación Departamento de Electricidad, segundo piso

El Departamento de electricidad tiene una superficie total de $910,22 \text{ m}^2$, y la distribución es la siguiente:

Primer Piso: Laboratorio de Electrónica, Laboratorio de Procesos, Laboratorio de PLC, Laboratorio de Máquinas, Laboratorio de Instalación Eléctrica (Hall), Laboratorio de Circuitos, Pañol, Laboratorio de Mantenimiento, Laboratorio de Luminotecnia 2, Pasillo, Oficina Iván Gesell.

Segundo Piso: Laboratorio de Computación, Laboratorio de Luminotecnia 1, Sala Memoristas, Sala de Clases y Oficina Profesor Hermes.

3.4 Inventario de equipos eléctricos y electrónicos de laboratorio. Estimación de consumo

Para la elaboración del inventario se realizaron entrevistas programadas con el Docente del Laboratorio de Electricidad, para precisar y estimar el consumo eléctrico de los equipos de laboratorio, ofimáticos e iluminación, así también, el tiempo de consumo asociado. Durante la entrevista se realizaron cálculos respectivos de energía en kWh a equipos que no lo informaban explícitamente. Por lo que el cálculo se asume considerando las fórmulas indicadas en la metodología. Cabe señalar además que algunos equipos no registran la energía o tiempo de consumo puesto que su uso es despreciable y además, según Iván Gesell, no había forma de estimar el tiempo de consumo.

3.4.1 Laboratorio de Electrónica

- 30 tubos fluorescentes con balas electrónicas ubicados de a pares y 36 [W] de potencia por cada tubo. Actualmente se encuentran en funcionamiento 24 de ellos. Marca Phillips. Su uso es de 56 [h] mensual durante diez meses.
- 6 Generadores de Onda marca ELENCO GF8046, con 240 [V] y 300 [mA] cada uno. Se utiliza una vez el primer semestre, y otra el segundo consiguiendo un total de 160 [h] por cada mes.

- 6 Osciloscopio digital marca RIGOL DS1052E, con 50 [W] de potencia por cada uno. 80 [h] de uso mensual durante diez meses.
- 6 Vayer Trifásico, con potencia de 3000 [W] por Vayer. Cada línea aporta 1000 [W] de potencia. No se utiliza la capacidad máxima del Vayer, sino que se alimenta de una sola línea y se utiliza cerca del 50% de su capacidad. Se utiliza 80 [h] mensuales durante ocho meses.
- Computadores de Escritorio: 6 Monitor marca HP LE1851W, el voltaje oscila entre los 100-240 [V] a 1,5 [A]. Se estima que su potencia es de 100 [W] cada uno.
6 CPU marca Packard Bell armado, tiene una potencia de 500 [W] cada uno.
Durante el año 2017 no se utilizaron los computadores
- 2 Extractor marca S&P HCM-225N, 40 [W] de potencia. Se utiliza 96 [h] cada mes, durante cuatro meses y medio.
- 1 Router D-Link con potencia 5 [W]. Encendido 24 [h] diarias durante todo el año.
- Tablero General de Sala Electrónica, consumo despreciable.

3.4.2 Laboratorio de Procesos

- El laboratorio tiene un uso de muy baja frecuencia; 3 o 4 veces al año. Durante el primer semestre se registró que el tiempo total de uso de cada equipo fue de 8,5 [h]. Y durante el segundo semestre se utilizaron sólo en una ocasión registrando 5,5 [h]. Esto nos permite establecer un consumo total anual de 14 [h].
- El Sistema de Planta contiene un Módulo de Control de Temperatura y Caudal, y un Módulo de control de Nivel y Presión.
- 4 Paneles de Control con una potencia de 600 [W] cada uno.
- 4 Pantallas con potencia de 6 [W] cada uno.
- 4 Motores con potencia de 750 [W] cada uno.

- 2 Medidores Digitales con potencia de 17 [W] cada uno.
- 2 Ampolletas Haluro de Mercurio con una potencia de 250 [W] cada una. Se utilizan 4 horas por día durante un período de 4 meses.

3.4.3 Laboratorio PLC. Control Electromagnético

Durante el primer semestre se realizan dos talleres de control de accionamiento 1 y 2, el cual se estima un uso del laboratorio de 24 [h] semanales.

- 26 Contactores de potencia 12 [W] cada uno y 540 [min] de uso semestral. 5[min] diarios.
- 1 Relé de potencia 124 [W] y 540 [min] de uso semestral.
- 1 Fuente de Poder con 100 [VA], y se estima una potencia de 90 [W] y 540 [min] de uso semestral.
- 6 luces de 24 [V] cada una.
- 2 Ampolletas Haluro de Mercurio con potencia de 250 [W] y 24 [h] de uso semanal, durante 6 meses.
- 6 Motor de potencia 0,12 [kW] y 1 [h] de uso semanal durante un semestre. 4[h] de uso mensual. 20[h] de uso semestral
- 6 Fuentes de Corriente Continua de potencia 330 [W] y 270 [min] de uso semanal durante un semestre.
- Computadores de Escritorio:13 Monitores LG de potencia 100 [W] y 24 [h] de uso semanal durante un semestre. 7 CPU HP PRO35000 de potencia 500 [W] y 24 [h] de uso semanal, durante un semestre.
- 6 Temporizadores de 12 [V] y 540 [min] de uso semanal durante un semestre.
- 1 Proyector de voltaje entre 100-240 [V] y 3 [A]. La energía de consumo es de 237,46 [Wh] y se utiliza 8 [h] semanales durante un semestre.

3.4.4 Laboratorio de Máquinas

Se realizan 2 cursos de 4 grupos cada uno durante todo el año académico.

- 5 Vayer Trifásico, 3000 [W] en modo trifásico, y 1000 [W] por línea. Durante 20 [h] semestrales.
- 5 Vayer Monofásico, con 220 [V] y 5 [A] como máxima potencia. Se utilizan 48 [h] semestrales.
- 3 Ampolletas Haluro de Mercurio con potencia de 250 [W] cada una y 12 [h] de uso semanal durante 6 meses.

3.4.5 Hall de Laboratorio. Laboratorio de Instalación Eléctrica

- 4 Ampolletas Haluro de Mercurio con potencia de 250 [W] cada una y 7 [h] de uso diario durante 7 meses.
- 3 Pistolas de Calor con potencia de 2000 [W] y 3 [h] de uso anual.

3.4.6 Laboratorio de Circuitos

Cuenta con 6 mesones cuya descripción singular es la siguiente:

- 1 Fuente variable con corriente alterna (0-220 voltios) y continua (0-180 voltios). La corriente es de 1[A] en corriente alterna y corriente continua. El equipo se utiliza 24 [h] semanales durante un año académico.
- 1 Salida de Corriente Trifásica, 0-400 [V] y 1[A]. Se utiliza 2 veces al día por 4[h] semanales. 12[h] durante el segundo semestre. 6[h] durante el primer semestre. En total se registra un tiempo de 18 [h] anuales.
- 1 Red domiciliaria. 220[V] y 1[A]. Durante 4 [h]semestrales, 8[h] anuales.
- 1 Proyector de 237,46 [Wh]. Durante 3 horas semanales, 13,02 horas mensuales.

- 4 Ampolletas Haluro de Mercurio con potencia de 250 [W] cada una y 8[h] de uso por 4 días. Hacen un total de 44[h] mensuales.

3.4.7 Pañol

- 6 Luces Led de 11[W] de potencia y 8[h] de uso diario durante todo el año.
- 2 Luces de ahorro de energía, 11[W] de potencia y 8[h] de uso diario durante todo el año.
- 2 Tubos Led de 36[W] de potencia cada uno. 8[h] de uso diario durante un año.
- 1 Extractor Broan, 40 [W] de potencia. Su uso es de 8[h] diarios durante un año.
- Computadores de Escritorio: 1 Monitores LG de potencia 100 [W] y 8 [h] de uso diario durante un año académico. 1 CPU HP PRO35000 de potencia 500 [W] y 8 [h] de uso diario, durante un año académico.

3.4.8 Laboratorio de Mantenición

- 4 Vayer Trifásico con potencia de 3000 [W] por Vayer. Cada línea aporta 1000 [W] de potencia. Se utiliza durante 8[h] mensuales durante los dos semestres
- 4 Ampolletas Haluro de Mercurio con potencia de 250 [W] y 16[h] mensuales durante dos semestres.

3.4.9 Laboratorio Luminotecnia 2

- 3 Lámparas de 60[W] cada una. No hay precisión para estimar el tiempo de uso.

- 4 Ampolletas Haluro de Mercurio con potencia de 250 [W]. Se utiliza una sola ampolleta. El tiempo de uso es de 6[h] diarios durante 7 meses, y 8[h] diarios durante 3 meses.

3.4.10 Pasillo

- 16 Tubos Led tipo fluorescente 36[W] de potencia cada uno. 8[h] diarios durante un año académico.
- 1 Ampolleta de ahorro de energía. 11[W] de potencia y se utiliza durante 8[h] diarios durante un año académico.

3.4.11 Laboratorio de Computación

- 20 computadores de escritorio marca DELL de 130 [W] de consumo cada uno. Desde los meses de marzo a junio el consumo fue de 180 [h] cada mes. En los meses de julio a Noviembre el consumo fue de 100 [h] cada mes.
- 10 Tubos fluorescentes, con tiempo de uso igual al de los computadores.
- 1 Proyector de voltaje entre 100-240 [V] y 3 [A]. La energía de consumo es de 237,46 [Wh] y el tiempo de uso para los meses de enero, febrero y marzo es de 150 [h] cada mes. Septiembre, octubre y noviembre tiene 70 [h] de uso cada mes.

3.4.12 Laboratorio de Luminotecnia 1

- 6 Tubos fluorescentes de 36 [W] cada una (se registran 12 en total, pero funcionan 6).
- 4 Luces dicroicas de 12 [W] cada una. Se estima que su uso total fue de 30 [min] anual.

3.4.13 Sala de clases (memoristas)

- 16 tubos fluorescentes de 36 [W] cada uno. Su uso fue de 64 [h] cada mes durante siete meses.
- 1 Aire Acondicionado de 5,27 [kW] de potencia y 16 [h] mensuales de uso durante siete meses
- Computadores de Escritorio: 6 Monitores LG de potencia 100 [W] y 6 CPU HP PRO35000 de potencia 500 [W]. No se utilizaron durante todo el año.

3.4.14 Sala de clases

- 22 Tubos fluorescentes de 36 [W] de potencia cada uno. 24[h] de uso semanal, 96 [h] cada mes durante nueve meses.
- 1 Proyector de voltaje entre 100-240 [V] y 3 [A]. La energía de consumo es de 237,46 [Wh] y el tiempo de uso es de 12 [h] semanales, 48 [h] mensuales durante nueve meses.
- 1 Router D-Link con potencia 5 [W]. Encendido 24 [h] diarias durante todo el año.
- 1 Aire Acondicionado de 5,27 [kW] de potencia y 40 [h] mensuales de uso durante siete meses y medio.

3.4.15 Oficina Profesor Hermes

- 4 Tubos fluorescentes de 36 [W] de potencia cada uno y uso de 1 [h] mensual durante cinco meses (invierno)
- 1 Computador de escritorio marca DELL de 130 [W] de potencia y 9 [h] de uso diario durante todo el año académico.

- 1 Impresora de 800 [W] de potencia y 9 [h] de uso diario durante todo el año.
- 1 Ventilador de 60 [W] de potencia. Se utiliza 3 [h] mensual durante los meses de Diciembre y Enero.

3.4.16 Oficina Iván Gesell

- 5 Tubos fluorescentes de 36 [W] de potencia cada uno. Su uso es de 9 [h] diarios durante diez meses.
- 1 Impresora de 500 [W] de potencia. Se utiliza 9 [h] diarias durante todo el año académico.
- 1 Ventilador de 60 [W] de potencia. Se utiliza 180 [h] mensuales durante dos meses.
- 1 Computadora de escritorio de 550 [W] de potencia. Se utiliza 9 [h] diaria durante todo el año académico.
- 1 Extractor de aire similar al utilizado en Laboratorio de Electricidad.

3.5 Matriz de Consumo Energético

Para ordenar y catalogar la información adquirida del Laboratorio de Electricidad, se desarrolló una matriz de consumo cuya finalidad permite simplificar los datos recogidos anteriormente para su posterior análisis.

Esta matriz fue elaborada por el Departamento de Prevención de la UTFSM en cumplimiento del levantamiento de datos establecido por la Norma ISO 50001. Es una matriz estándar para todos los alumnos memoristas que están dentro del proyecto de eficiencia energética y permite visualizar las principales variables a considerar: Uso, Potencia total instalada, tiempo de uso (horas al mes) y consumo eléctrico total (kWh).

CAPÍTULO 4: ANÁLISIS DE DATOS Y GRÁFICOS

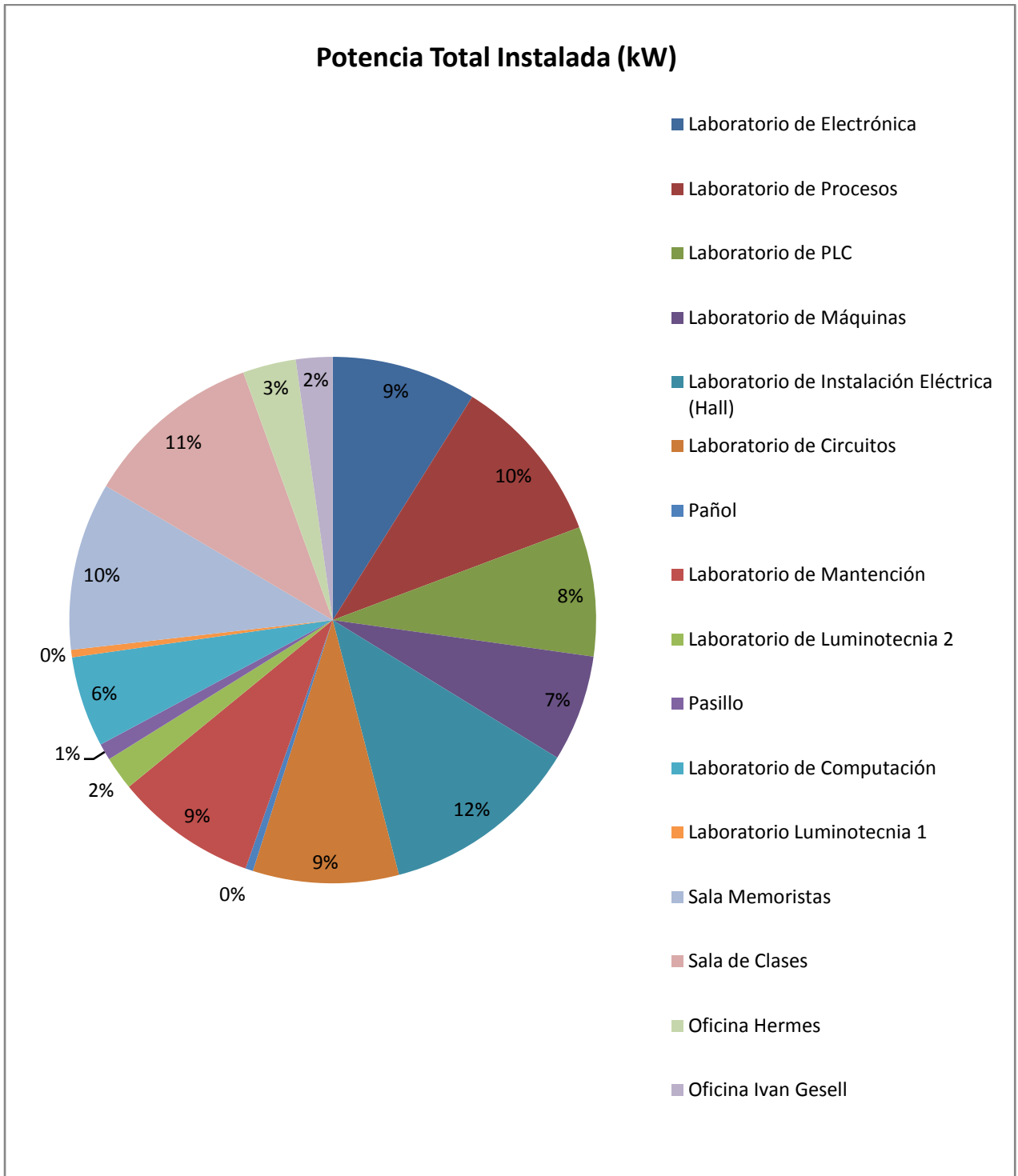
4.1 Potencia total instalada y estimación de consumo por subsector del Departamento de Electricidad

La Tabla 4-7 muestra una estimación del consumo mensual de energía (kWh), potencia total instalada (kW) y porcentajes respectivos a ambos parámetros de medición.

Sector	Consumo mensual(kWh)	% Estimación por consumo	Potencia Total Instalada (kW)	%
Laboratorio de Electrónica	325,58	13,0	5,10	6,86
Laboratorio de Procesos	44	1,8	5,96	8,01
Laboratorio de PLC	155,81	6,2	4,56	6,13
Laboratorio de Máquinas	147,62	5,9	3,75	5,04
Laboratorio de Instalación Eléctrica (Hall)	155,8	6,2	7	9,41
Laboratorio de Circuitos	175,86	7,0	5,14	6,91
Pañol	47,17	1,9	0,27	0,36
Laboratorio de Mantenimiento	48,026	1,9	5	6,72
Laboratorio de Luminotecnia 2	132	5,3	1,18	1,59
Pasillo	103,312	4,1	0,59	0,79
Laboratorio de Computación	312,59	12,5	3,20	4,30
Laboratorio Luminotecnia 1	0	0,0	0,26	0,35
Sala Memoristas	121,18	4,9	5,91	7,95
Sala de Clases	301,81	12,1	6,30	8,47
Oficina Hermes	184,14	7,4	1,87	2,52
Oficina Ivan Gesell	243,54	9,7	1,29	1,73
TOTAL	2498,45	100,00	57,39	100,00

Fuente: Catastro realizado por tesista

Tabla 4-7 Estimación de Consumo Mensual y Potencia Total Instalada por Subsector del Departamento de Electricidad



Fuente: Catastro realizado por tesista

Gráfico 4-1. Potencia Instalada por Subsector del Departamento de Electricidad

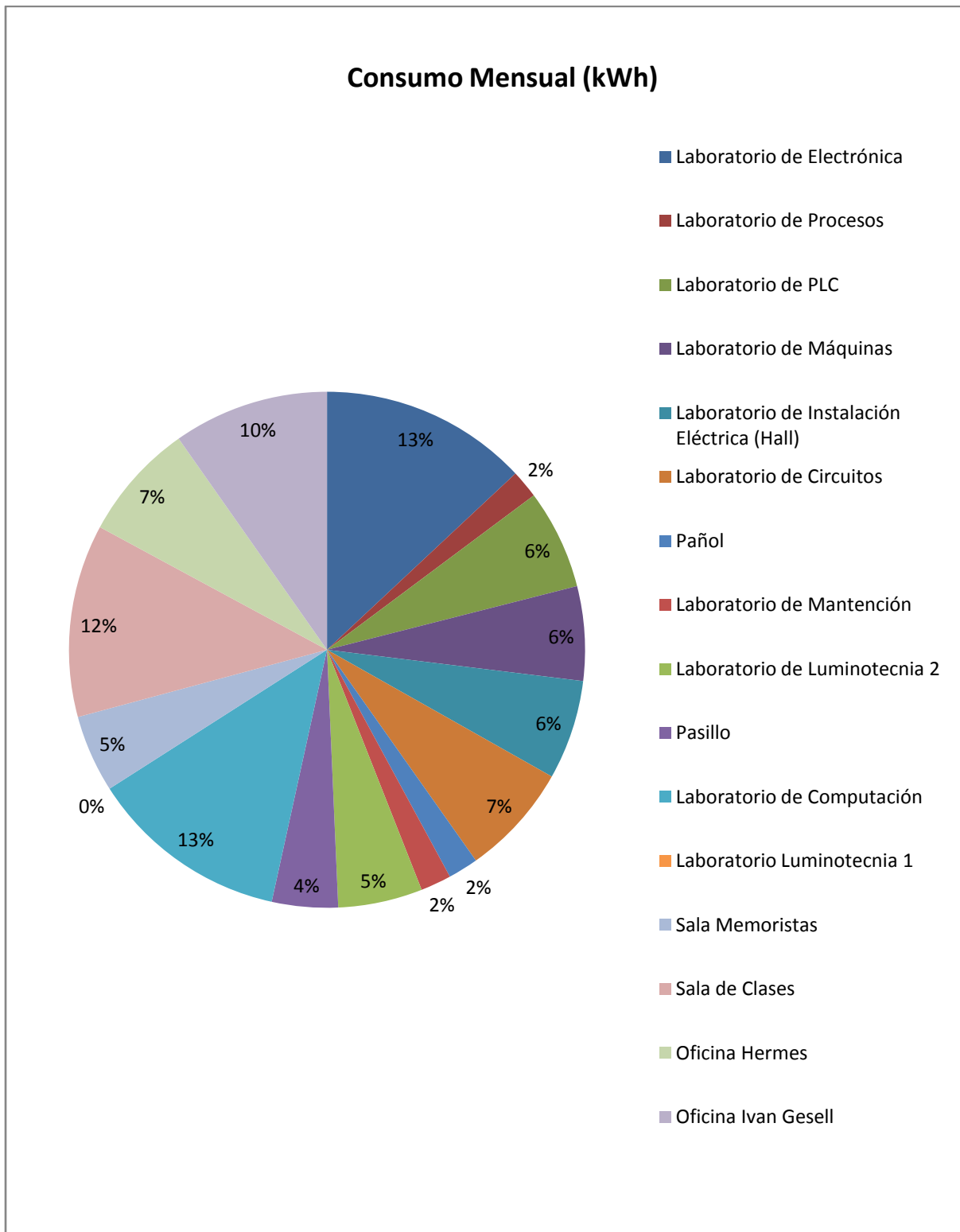
Según el gráfico 4-1, la Potencia Total instalada del Departamento de Electricidad es de 74,39 [kW]. El subsector con mayor potencia instalada es el Laboratorio de Instalación Eléctrica (7 [kW]) y la Sala de Clases (6,3 [kW]). Esto se deba a que primeramente, el laboratorio de instalación eléctrica cuenta con equipode potencia

equivalente a 6 [kW] (Pistola de Calor), representando cerca del 85% de la potencia total instalada del laboratorio. (Ver ANEXO A).

La Sala de Clases tiene un equipo de aire acondicionado cuya potencia es igual a 5,27 [kW] representando más del 80% de su potencia total instalada.

El Laboratorio de Luminotecnia 1 es el que tiene la menor potencia total instalada (0,26 [kW]) de todos los subsectores del Departamento. Esto se debe a que sólo cuenta con iluminación (LED y tubos fluorescentes) en su registro de inventario.

De acuerdo al gráfico 4-1, no hay una diferencia significativa entre las potencias totales instaladas de cada subsector del Departamento. La mayor diferencia es de un 12%, entre el Laboratorio de Instalación Eléctrica y el Laboratorio de Luminotecnia 1.



Fuente: Catastro realizado por tesista

Gráfico 4-2. Estimación de Consumo del Departamento de Electricidad

Según el gráfico 4-2, el consumo total mensual del Departamento de Electricidad es de 2.498,45 [kWh]. Durante ese período de medición el Laboratorio de Electrónica registra el mayor consumo de energía eléctrica junto al Laboratorio de Computación y la Sala de Clases. Esto se debe a que las experiencias realizadas por los estudiantes en el

Laboratorio de Electricidad, durante ese mes de medición, requerían el uso del Vayer Trifásico, el cual tuvo un consumo mensual de 240 [kWh]. En el Laboratorio de Computación los computadores de escritorio registraron un consumo total de 260 [kWh]. Así también, en la Sala de Clases, el uso del aire acondicionado registró un consumo eléctrico de 210,8 [kWh]. Esto se debe a que el período de medición abarcó parte del mes de Octubre y Noviembre, por lo que las temperaturas fueron altas (25-28°C) y el calor generado suscitó el uso de aire acondicionado. Además, la ubicación de la sala de clases favorecía la luz solar favoreciendo las condiciones de temperatura. Cada uno de estos máximos registros de consumo eléctrico mencionados, representan al menos el 70% del consumo energético total de cada subsector asociado. (Ver Anexo A)

El Laboratorio de Luminotecnia 1 no registra consumo de energía eléctrica debido a que durante el mes de medición no se realizaron actividades con los estudiantes.

De acuerdo al gráfico 4-2 el consumo de energía eléctrica para todos los subsectores del departamento no presenta variaciones significativas. La diferencia máxima es de un 13% entre el dato con mayor consumo (Laboratorio de Electrónica) y el de menor consumo (Laboratorio de Luminotecnia 1). Después de estos, la diferencia más significativa es de un 11% (Laboratorio de Electricidad y Laboratorio de Procesos, Mantenimiento o Pañol). La diferencia menos significativa es de un 1% (Laboratorio de Electrónica y Sala de Clases). (Ver Anexo A)

El Laboratorio de Procesos, Mantenimiento y el Pañol, registraron un puntaje bajo (2% cada uno) de consumo de energía eléctrica. Cabe señalar que la luminaria en el Pañol es en su mayoría LED, por lo que justificaría su bajo consumo considerando que además, el tiempo en que se mantienen encendidas es de 176 [h] al mes aproximadamente. Dado que el Pañol es un sector del departamento que no tiene ventanas ni acceso a la luz del día, es necesario mantener encendidas las luces durante toda la jornada laboral (entre ocho a nueve horas por día).

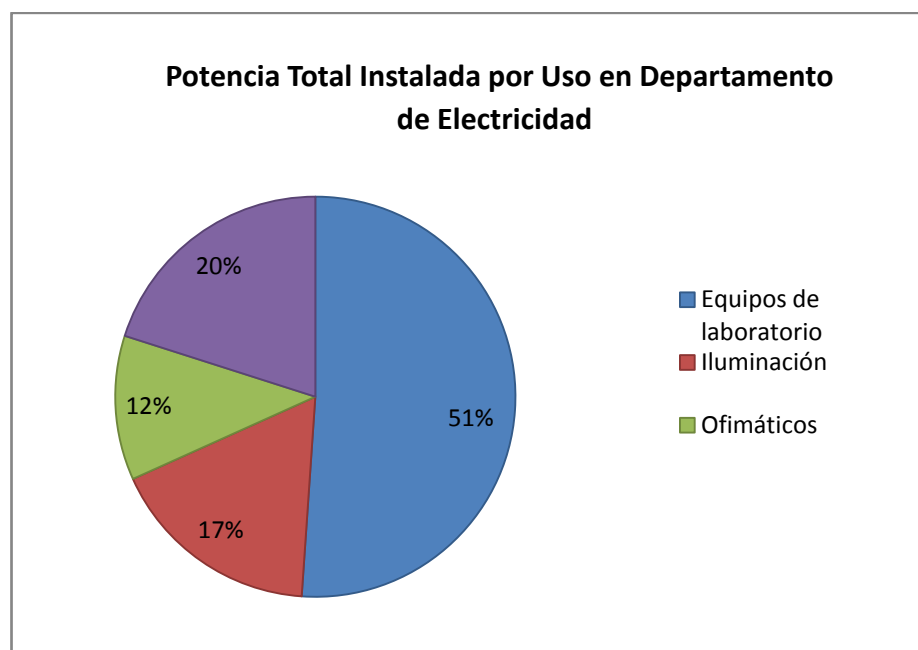
4.2 Potencia Instalada y Estimación de Consumo por Uso en Departamento de Electricidad

El uso de energía eléctrica se clasifica, de acuerdo a la matriz de consumo energético, en equipos de laboratorio, iluminación, ofimáticos y climatización. La Tabla 4-8 muestra la potencia total instalada en [kW] y la estimación de consumo en [kWh].

Uso	Potencia Instalada	%	Estimación consumo kWh	% Estimación por consumo
Equipos de laboratorio	29,32	51,07	480,85	20,0
Iluminación	9,86	17,17	846,79	35,2
Ofimáticos	6,69	11,66	765,83	31,8
Climatización	11,52	20,07	311,76	13,0
TOTAL	57,4	100,0	2405,23	100,0

Fuente: Catastro realizado por tesista

Tabla 4-8. Potencia Instalada y Estimación de Consumo por Uso

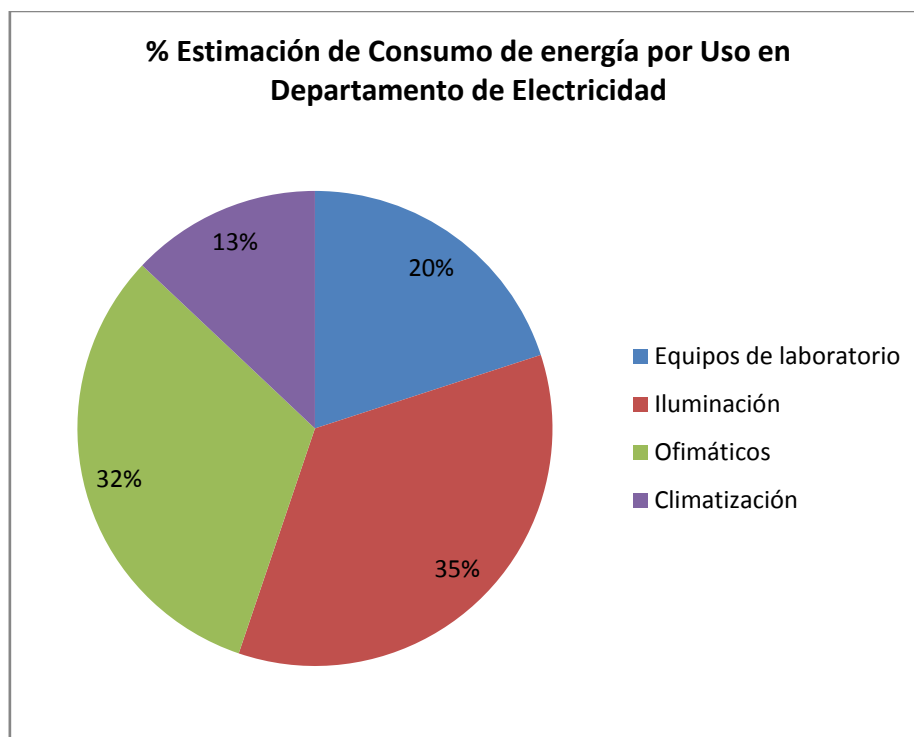


Fuente: Catastro realizado por tesista

Gráfico 4-3. Potencia Total Instalada por Uso en Departamento de Electricidad

De acuerdo al gráfico 4-3 los equipos de laboratorio tienen el mayor porcentaje de potencia total instalada (20,32 [kW]), a diferencia de los equipos ofimáticos cuyo porcentaje es del 12%, siendo el menor valor de todos los datos recopilados.

Los equipos de climatización e iluminación cuentan con porcentajes similares (20% y 17%).



Fuente: Catastro realizado por tesista

Gráfico 4-4. Estimación de Consumo por Uso en Departamento de Electricidad

De acuerdo al gráfico 4-4, el sector de mayor consumo de energía eléctrica es de iluminación (856,79 [kWh]), con un 35% del total. Esto se debe a que hay ciertos sectores que se mantienen con iluminación durante toda la jornada laboral; tubos LED en pasillo registran un consumo de 101,38 [kWh] durante 176 [h] al mes, y luz Halógena en Laboratorio de Luminotecnia 3 registra un consumo de 132 [kWh] durante 132 [h] al mes. (Ver Anexo A)

El sector de menor consumo de energía eléctrica son los equipos de climatización, registrando un 13% (311,76 [kWh]) del total. A pesar de que hay un uso continuo para los extractores de aire en el Pañol y Laboratorio de Electrónica (176 [h] y 120 [h] mensuales), su consumo de energía no superan los 10 [kWh] en cada sector. No así el

aire acondicionado en la sala de clases, registrando un consumo mensual de 210,8 [kWh] en apenas 40 [h] de uso. (Ver Anexo A)

Los equipos ofimáticos representan el segundo grupo con mayor consumo de energía eléctrica, 32% del total (765,83 [kWh]). Los computadores de escritorio del Laboratorio de Computación son los que registran un mayor consumo de energía eléctrica (260 [kWh]), dado que son 20 unidades y se mantienen encendidas durante 100 [h] al mes aproximadamente. Así también la impresora ubicada en la oficina del Profesor Hermes, al estar 198 [h] encendida durante el mes de medición, registra un consumo eléctrico de 158,4 [kWh]. Finalmente, el último de los tres equipo ofimático de consumo eléctrico significativo, es la computadora ubicada en la oficina del profesor Iván Gesell, registrando 108,9 [kWh]. (Ver AnexoA)

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Es una realidad a nivel internacional que la implementación de gestiones energéticas para la conservación del medio ambiente, la empresa, establecimientos educacionales/sociales y las personas, va creciendo positivamente en su realización como beneficio inmediato y auténtico.

Por esta razón, en conjunto con el Departamento de Prevención y la UTFSM, se llevó a cabo esta etapa inicial de levantamiento de datos en cumplimiento de la ISO 50001, fomentando la importancia del recurso energético y su buena utilización en sus dependencias.

La información recopilada del análisis de gráficos y del inventario de consumo energético contribuyen al desarrollo del diagnóstico de eficiencia energética en la USM, y en la continuación de los requisitos que establece la Norma ISO 50001 para poder validar una futura certificación en la Universidad. Las conclusiones asociadas a los objetivos generales y específicos del presente trabajo son los siguientes:

- La potencia total instalada en laboratorios, salas, oficinas, pañol y pasillos está distribuida de manera parcialmente equitativa, no presentando grandes diferencias de uso significativo.
- El Laboratorio de Electrónica y el Laboratorio de Computación presentan el mayor porcentaje de consumo energético mensual.
- Los equipos de laboratorio tienen la mayor potencia total instalada del Departamento de Electricidad.
- La iluminación representa el mayor gasto de energía eléctrica en el Departamento de Electricidad.
- Se evidencia la falta de prácticas que fomenten el cuidado del recurso eléctrico; encendido de luces innecesarias, encendido de equipos ofimáticos que no se utilizan durante horas, utilización de equipos sin mantención respectiva, comportamiento reactivo ante equipos que dejaron de funcionar y

necesitan ser reemplazados, sin coordinación con personal de aseo para asegurar limpieza de equipos de climatización, y finalmente, la utilización de equipos y luminaria con alto costo de energía eléctrica en vez de utilizar otros con un costo de energía más bajo.

- Los planos eléctricos del departamento de electricidad se encuentran desactualizados y difieren de los originales.

Considerando que el diagnóstico de eficiencia energética de la Norma ISO 50001 es una etapa previa para establecer la Línea de Base, cuyo desarrollo está excluido del presente trabajo, las recomendaciones presentadas a continuaciones se restringen a los datos obtenidos en el Departamento de Electricidad junto a todos los subsectores asociados, y tiene como finalidad fomentar las buenas prácticas de eficiencia energética. Está dirigida a profesores, alumnos y personal de trabajo que forman parte del establecimiento estudiado.

Actualización de los Planos de Red Eléctrica

Una de las dificultades futuras para la elaboración de la Línea Base, es contar con datos cuantitativos precisos del consumo eléctrico del Departamento. Actualmente no hay acceso explícito a los planos de red eléctrica ni existe una actualización vigente de los diversos cambios realizados a la misma red. Esto es fundamental puesto que permitiría utilizar equipos de medición a la entrada y salida de la red eléctrica que alimenta el Departamento (Laboratorios, Salas, Oficinas, Pañol y Pasillo) y medir el consumo diario, mensual y anual respectivo. Puesto que no se sabe cómo está distribuida la red eléctrica al interior del departamento, las mediciones realizadas serían bastante imprecisas puesto que actualmente no se sabe qué otros sectores se podrían estar incluyendo en el circuito de medición.

Por esta razón se sugiere a la Dirección o Administración pertinente, colaborar con el Departamento de Prevención en el Proyecto de Eficiencia Energética para implementar un equipo de trabajo eficiente, que logre consolidar y actualizar los planos de la red eléctrica actual en toda la Sede, y que además, esta información sea asequible a cualquier Departamento de la Universidad.

Indicadores de Desempeño

Elaborar un registro general aproximado, como medida de control inicial, del consumo que tiene el Departamento mediante el uso de los tableros eléctricos, para así poder comparar las variaciones de consumo durante el año.

A pesar de las dificultades establecidas anteriormente, el Departamento de Electricidad puede calcular el consumo eléctrico aproximado total del departamento, sin especificar el consumo de los subsectores asociados.

Esta medida permitirá señalar el promedio de consumo mensual, e identificar cuando haya consumos que se alejen de la media establecida. De esta forma se podrán implementar acciones correctivas necesarias a realizar.

Acciones preventivas y correctivas

Las acciones preventivas son todas aquellas que buscan evitar el consumo innecesario de energía eléctrica. Apagar las luces y computadores que no se estén ocupando, disminuir el uso de iluminación de ampollitas que por costumbre se mantenían encendidas. Durante las entrevistas se comentó que había una mala costumbre; encender todas las luces de un sector sólo porque la luz del sol no es suficiente. Sin embargo se observó que a pesar de que la luz del sol daba la iluminación suficiente, se conservaba la costumbre de encender algunas luces.

Las medidas correctivas son aquellas que van dirigidas a todo el personal de trabajo, profesores o estudiantes que sean sorprendidos en el mal uso del recurso eléctrico. Como se dijo anteriormente; dejando luces encendidas, no apagar computadores, ventiladores o cualquier equipo ofimático necesario.

Se sugiere que dichas recomendaciones sean revisadas y apoyadas por los profesores y enseñado a los alumnos. Incluir a personal de aseo para su colaboración.

Reemplazo, Mantenición y Tiempo de Uso

Revisar la matriz de consumo para identificar los equipos de mayor consumo y que son de uso habitual, para así cambiarlos por otros equipos que consuman menor energía eléctrica. En la parte de iluminación se podría cambiar los tubos fluorescentes por luminaria LED. Para los equipos ofimáticos de mayor uso como la impresora, se podría encender y apagar cada vez que se requiera. El uso habitual es encenderla hasta que acabe la jornada laboral.

Finalmente, coordinar con el equipo de aseo para realizar la mantención respectiva de todos los equipos de laboratorio, ofimáticos, refrigeración e iluminación que se utilizan. Elaborar una carta Gantt para dar cumplimiento a los tiempos establecidos. Revisar semanal o mensualmente para verificar su cumplimiento.

BIBLIOGRAFÍA

- 4echile. (03 de 2017). *Eficiencia Energética*. Obtenido de 4echile:
<http://www.4echile.cl/4echile/wp-content/uploads/2017/03/4echile-eficiencia-energetica.pdf>
- Chile, J. d. (25 de Mayo de 1978). DECRETO LEY N° 2.224 . *CREA EL MINISTERIO DE ENERGÍA Y LA COMISION NACIONAL DE ENERGÍA*. Santiago, Chile.
- Community Research and Development Information Service. (01 de Octubre de 2015). *Industrial Energy and Environment Efficiency*. Obtenido de European Commission: http://cordis.europa.eu/project/rcn/198383_en.html
- Community Research and Development Information Service. (01 de Octubre de 2015). *Industrial Thermal Energy Recovery Conversion and Management*. Obtenido de European Commission: http://cordis.europa.eu/project/rcn/198373_en.html
- Community Research and Development Information Service. (01 de Octubre de 2015). *Sustainable Production of Industrial Recovered Energy using energy dissipative and storage technologies*. Obtenido de European Commission: http://cordis.europa.eu/project/rcn/198357_en.html
- Congress, U. S. (29 de Julio de 2005). Energy Policy Act of 2005. Estados Unidos.
- Efernergia. (2005). *Eficiencia Energetica en Español*. Obtenido de <http://www.efenergia.com/legislacion-eficiencia-energetica/norteamerica/usa/>
- Energía, C. N. (1978). *Comisión Nacional de Energía*. Obtenido de Comisión Nacional de Energía: <https://www.cne.cl/quienes-somos/>
- ENERGÍA, M. D. (14 de 05 de 2012). APRUEBA REGLAMENTO QUE ESTABLECE EL PROCEDIMIENTO PARA LA FIJACIÓN DE ESTÁNDARES MÍNIMOS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA Y NORMAS PARA SU APLICACIÓN. *ARTÍCULO 3*. Santiago, Chile: <http://www.leychile.cl/N?i=1040003&f=2012-05-14&p=>.

Energía, M. d. (28 de Diciembre de 2013). Resolución Exenta. *FIJA ESTÁNDAR MÍNIMO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA PARA LÁMPARAS NO DIRECCIONALES PARA ILUMINACIÓN GENERAL Y SU PROGRAMA DE IMPLEMENTACIÓN*. Santiago, Chile:

http://www.sec.cl/transparencia/docs2014/resolucion_60_2014.pdf.

European Commission. (2014). *What is Horizon 2020?* Obtenido de European Commission:

<https://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/en/what-horizon-2020>

European Commission. (2016). *Buildings*. Obtenido de European Commission:

<https://ec.europa.eu/easme/en/buildings>

European Commission. (2016). *Consumers*. Obtenido de European Commission:

<https://ec.europa.eu/easme/en/consumers>

European Commission. (2016). *Horizon 2020 Energy Efficiency*. Obtenido de European

Commission: <https://ec.europa.eu/easme/en/energy>

European Commission. (2016). *Industry, Products and Services*. Obtenido de European

Commission: <https://ec.europa.eu/easme/en/industry-products-and-services>

European Commission. (2016). *Public Authorities*. Obtenido de European Commission:

<https://ec.europa.eu/easme/en/public-authorities>

Executive Agency for Small and Medium-sized Enterprises . (Julio de 2015). *People*

have the power. Obtenido de European Commission:

<https://ec.europa.eu/easme/sites/easme-site/files/People%20have%20the%20Power%20IEE%20report.pdf>

Executive Agency for SMEs. (2016). *Finance for Sustainable Energy*. Obtenido de

European Commission: <https://ec.europa.eu/easme/en/finance-sustainable-energy>

Executive Agency for SMEs. (2016). *Heating and Cooling*. Obtenido de European

Commission: <https://ec.europa.eu/easme/en/heating-and-cooling>

Jirón, L. A., Vázquez Palau, J. P., Zamorano, J. C., & Acevedo, C. (2016). Explorando

luz solar en modelos de desarrollo inmobiliario. Aplicaciones en cinco ciudades

chilenas. *Revista Urbanismo*, 4.

Laire, M. d. (s.f.). Obtenido de <http://www.gestionaenergia.cl/pdf/ISO50001.pdf>

Laire, M. d. (Diciembre de 2013). *Guía de Implementación de Sistema de Gestión de la Energía Basado en ISO 50001*. Obtenido de Gestiona Energía: <http://www.gestionaenergia.cl/pdf/ISO50001.pdf>

Nuñez, P. (04 de 03 de 2015). *Cómo está Chile en materia de Eficiencia Energética*. Obtenido de Pulso: <http://www.pulso.cl/tech/como-esta-chile-en-materia-de-eficiencia-energetica/>

Nuñez, P. (04 de 03 de 2015). *Cómo está Chile en materia de Eficiencia Energética*. Obtenido de Pulso: <http://www.pulso.cl/tech/como-esta-chile-en-materia-de-eficiencia-energetica/>

Unidas, N. (1998). PROTOCOLO DE KYOTO DE LA CONVENCIÓN MARCO DE LAS NACIONES UNIDAS SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO . Kioto, Japon: <http://www.cambioclimatico.org/sites/default/files/kpspan.pdf>.

Vallecillo, C. G. (1998). Protocolo de Kioto. *Situación actual y perspectivas*. España: <http://www.ceida.org/prestige/Documentacion/Protocolo%20Kioto.pdf>.

ANEXOS

ANEXO A: MATRIZ ENERGÉTICA

Sector	Subsector	Uso	Inventario Equipos de Consumo	TOTAL (unidades)	POTENCIA MEDIA EQUIPO (Kw)	POTENCIA TOTAL INSTALADA (Kw)	TIEMPO DE USO (horas al día)	TIEMPO DE USO (días al mes)	TIEMPO DE USO (horas al mes)	TOTAL CONSUMO ELECTRICO en periodo de referencia en Kwh
Edificio C	Laboratorio de Electrónica	Iluminación	Fluorescente	24	0,036	0,864			56	48,38
Edificio C	Laboratorio de Electrónica	Equipos de Laboratorio	Generador de Onda	6	0,072	0,432	0	0	0	0
Edificio C	Laboratorio de Electrónica	Equipos de Laboratorio	Osciloscopio Digital	6	0,05	0,3			80	24
Edificio C	Laboratorio de Electrónica	Equipos de Laboratorio	Vayer Trifásico	6	0,5	3			80	240
Edificio C	Laboratorio de Electrónica	Ofimáticos	Pantalla computador	6	0,018	0,108	0	0	0	0,00
Edificio C	Laboratorio de Electrónica	Ofimáticos	CPU	6	0,052	0,312	0	0	0	0,00
Edificio C	Laboratorio de Electrónica	Ofimáticos	Router D-LINK	1	0,005	0,005	24	30	720	3,60
Edificio C	Laboratorio de Electrónica	Refrigeración	Extractor	2	0,04	0,08	6	20	120	9,6
Edificio C	Laboratorio de Procesos	Iluminación	Halógeno	2	0,25	0,5	4	22	88	44,00
Edificio C	Laboratorio de Procesos	Equipos de Laboratorio	Panel de Control	4	0,6	2,4	0	0	0	0
Edificio C	Laboratorio de Procesos	Equipos de Laboratorio	Pantalla Sistema de Planta	4	0,006	0,024	0	0	0	0
Edificio C	Laboratorio de Procesos	Equipos de Laboratorio	Motor	4	0,75	3	0	0	0	0
Edificio C	Laboratorio de Procesos	Equipos de Laboratorio	Medidor Digital	2	0,017	0,034	0	0	0	0
Edificio C	Laboratorio PLC. Control Electromagnético	Iluminación	Luces	6		0			0	0,00
Edificio C	Laboratorio PLC. Control Electromagnético	Iluminación	Halógeno	2	0,25	0,5	4,8	22	105,6	52,80
Edificio C	Laboratorio PLC. Control Electromagnético	Equipos de Laboratorio	Contactador de Potencia	26	0,012	0,312	0,083	22	1,826	0,57
Edificio C	Laboratorio PLC. Control Electromagnético	Equipos de Laboratorio	Relé de Potencia	1	0,124	0,124	0,083	22	1,826	0,23
Edificio C	Laboratorio PLC. Control Electromagnético	Equipos de Laboratorio	Fuente de Poder	1	0,09	0,09	0,083	22	1,826	0,164
Edificio C	Laboratorio PLC. Control Electromagnético	Equipos de Laboratorio	Motor de Potencia	6	0,12	0,72			4	2,88

(Continuación ANEXO A)

Sector	Subsector	Uso	Inventario Equipos de Consumo	TOTAL (unidades)	POTENCIA MEDIA EQUIPO (Kw)	POTENCIA TOTAL INSTALADA (Kw)	TIEMPO DE USO (horas al día)	TIEMPO DE USO (días al mes)	TIEMPO DE USO (horas al mes)	TOTAL CONSUMO ELECTRICO en periodo de referencia en Kwh
Edificio C	Laboratorio PLC. Control Electromagnético	Equipos de Laboratorio	Fuente de Corriente Continua	6	0,33	1,98			18	35,64
Edificio C	Laboratorio PLC. Control Electromagnético	Equipos de Laboratorio	Temporizador	6						
Edificio C	Laboratorio PLC. Control Electromagnético	Ofimáticos	Pantalla Computador	13	0,018	0,234	4,8	22	105,6	24,71
Edificio C	Laboratorio PLC. Control Electromagnético	Ofimáticos	CPU	7	0,052	0,364	4,8	22	105,6	38,44
Edificio C	Laboratorio PLC. Control Electromagnético	Ofimáticos	Proyector	1	0,237	0,237			1,6	0,38
Edificio C	Laboratorio de Máquinas	Iluminación	Halógeno	3	0,25	0,75	2,4	22	52,8	39,60
Edificio C	Laboratorio de Máquinas	Equipos de Laboratorio	Vayer Trifásico	5	0,5	2,5	0,182	22	4	10,01
Edificio C	Laboratorio de Máquinas	Equipos de Laboratorio	Vayer Monofásico	5	0,1	0,5	0,436	22	9,6	4,796
Edificio C	Hall de Laboratorio. Laboratorio de Instalación Eléctrica	Iluminación	Halógeno	4	0,25	1	7	22	154	154,00
Edificio C	Hall de Laboratorio. Laboratorio de Instalación Eléctrica	Equipos de Laboratorio	Pistola de Calor	3	2	6	0,0136	22	0,3	1,8
Edificio C	Laboratorio de Circuitos	Iluminación	Halógeno	4	0,25	1	2	22	44	44,00
Edificio C	Laboratorio de Circuitos	Equipos de Laboratorio	Fuente Variable	6	0,18	1,08			96	103,68
Edificio C	Laboratorio de Circuitos	Equipos de Laboratorio	Salida de Corriente Trifásica	6	0,25	1,5			16	24
Edificio C	Laboratorio de Circuitos	Equipos de Laboratorio	Red Domiciliaria	6	0,22	1,32			0,8	1,06
Edificio C	Laboratorio de Circuitos	Ofimáticos	Proyector	1	0,237	0,237	0,6	22	13,2	3,13
Edificio C	Pañol	Iluminación	Luces Led	6	0,011	0,066	8	22	176	11,62
Edificio C	Pañol	Iluminación	Luces Ahorro de Energía	2	0,011	0,022	8	22	176	3,87
Edificio C	Pañol	Iluminación	Tubos Led	2	0,036	0,072	8	22	176	12,67
Edificio C	Pañol	Ofimáticos	Pantalla Computador	1	0,018	0,018	8	22	176	3,17
Edificio C	Pañol	Ofimáticos	CPU	1	0,05	0,05	8	22	176	8,80

(Continuación ANEXO A)

Sector	Subsector	Uso	Inventario Equipos de Consumo	TOTAL (unidades)	POTENCIA MEDIA EQUIPO (Kw)	POTENCIA TOTAL INSTALADA (Kw)	TIEMPO DE USO (horas al día)	TIEMPO DE USO (días al mes)	TIEMPO DE USO (horas al mes)	TOTAL CONSUMO ELECTRICICO en periodo de referencia en Kwh
Edificio C	Pañol	Refrigeración	Extractor	1	0,04	0,04	8	22	176	7,04
Edificio C	Laboratorio de Mantenición	Iluminación	Halógeno	4	0,25	1	0,727	22	16,0	15,99
Edificio C	Laboratorio de Mantenición	Equipos de Laboratorio	Vayer Trifásico	4	1	4	0,364	22	8,0	32,032
Edificio C	Laboratorio de Luminotecnia 2	Iluminación	Lámparas	3	0,06	0,18			0	0,00
Edificio C	Laboratorio de Luminotecnia 3	Iluminación	Halógeno	4	0,25	1	6	22	132	132,00
Edificio C	Pasillo	Iluminación	Tubos Led	16	0,036	0,576	8	22	176	101,38
Edificio C	Pasillo	Iluminación	Ampolleta Ahorro de Energía	1	0,011	0,011	8	22	176	1,94
Edificio C	Laboratorio de Computación	Iluminación	Fluorescente	10	0,036	0,36			100,0	36,00
Edificio C	Laboratorio de Computación	Ofimáticos	Computador de escritorio	20	0,13	2,6			100,0	260,00
Edificio C	Laboratorio de Computación	Ofimáticos	Proyector	1	0,237	0,237			70,0	16,59
Edificio C	Laboratorio de Luminotecnia 1	Iluminación	Fluorescente	6	0,036	0,216	0	0	0	0,00
Edificio C	Laboratorio de Luminotecnia 1	Iluminación	LED	4	0,012	0,048	0	0	0	0,00
Edificio C	Sala Memoristas	Iluminación	Fluorescente	16	0,036	0,576			64,0	36,86
Edificio C	Sala Memoristas	Ofimáticos	Pantalla Computador	1	0,018	0,018	0	0	0	0,00
Edificio C	Sala Memoristas	Ofimáticos	CPU	1	0,05	0,05	0	0	0	0,00
Edificio C	Sala Memoristas	Refrigeración	Aire Acondicionado	1	5,27	5,27			16	84,32
Edificio C	Sala de clases	Iluminación	Fluorescente	22	0,036	0,792			96,0	76,03
Edificio C	Sala de clases	Ofimáticos	Proyector	1	0,237	0,237			48	11,38
Edificio C	Sala de clases	Ofimáticos	Router D-LINK	1	0,005	0,005	24	30	720	3,60
Edificio C	Sala de clases	Refrigeración	Aire Acondicionado	1	5,27	5,27			40	210,8
Edificio C	Oficina Hermes	Iluminación	Fluorescente	4	0,036	0,144	0	0	0,0	0,00
Edificio C	Oficina Hermes	Ofimáticos	Computador de Escritorio	1	0,13	0,13	9	22	198	25,74
Edificio C	Oficina Hermes	Ofimáticos	Impresora	1	0,8	0,8	9	22	198	158,40
Edificio C	Oficina Hermes	Refrigeración	Ventilador	1	0,06	0,8	0	0	0	0
Edificio C	Oficina Ivan Gesell	Iluminación	Fluorescente	5	0,036	0,18	9	22	198,0	35,64
Edificio C	Oficina Ivan Gesell	Ofimáticos	Computador de Escritorio	1	0,55	0,55	9	22	198,0	108,90
Edificio C	Oficina Ivan Gesell	Ofimáticos	Impresora	1	0,5	0,5	9	22	198	99,00
Edificio C	Oficina Ivan Gesell	Refrigeración	Ventilador	1	0,06	0,06	0	0	0	0